

УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА
Для студентов медицинских вузов

В.М.Боголюбов
Г.Н.Пономаренко

Общая физиотерапия

ПРЕДИСЛОВИЕ

Подготовка современного врача наряду с изучением анатомо-физйологических основ патогенеза и клиники различных заболеваний включает в себя обязательное изучение методов их лечения. По сложившейся за последние три десятилетия традиции мировоззрение будущих медиков формируется в русле преимущественного использования лекарственных химических средств (фармакотерапии). Между тем во врачебном арсенале имеется не менее мощный потенциал — *лечебные физические факторы,* основы применения которых студенты-медики изучают в курсе физиотерапии. Физические факторы являются для организма адекватными раздражителями внешней среды и с давних пор широко применяются как эффективные средства лечения и предупреждения болезней, закаливания организма. Применение физических факторов в лечении, профилактике и медицинской реабилитации больных различного клинического профиля доступно, экономически выгодно и клинически эффективно. Освоение физических методов лечения при дефиците учебного времени возможно только при применении определенных методических приемов, совершенствовании учебного процесса и особенно при наличии соответствующих учебников и учебных пособий.

Первыми изданиями по отдельным разделам физиотерапии были книги И.Ф.Циона, В.Винтерница, Э.Ю.Ремака, Н.И.Коротнева, выпущенные в конце прошлого столетия. Они были предназначены главным образом для практической деятельности врачей. Даже после объединения отдельных направлений лечебного применения физических факторов в единую дисциплину, учебники и руководства по физиотерапии (С.А.Бруштейна, М.М. Аникина и Г.С.Варшавера, Л.В.Фельдмана) были рассчитаны преимущественно на практикующих врачей, хотя и содержали разделы общей физиотерапии.

В 1926 году физические методы лечения были включены в качестве обязательного предмета в программы медицинских ин-

http://www.bestmedbook.com/

ститутов. В 30-е годы у нас и за рубежом- были предприняты успешные попытки издания учебников по физиотерапии для студентов медицинских институтов. К числу наиболее удачных из них относятся учебники И.А.Багашова (1931), Е.И.Пасынкова и Л.Р.Рубина (1944, 1951, 1955). Они были нацелены на изучение студентами-медиками механизмов действия физических факторов и основ их корректного лечебного применения. Однако возрастающее число лечебных физических факторов при ограниченном объеме изложения не позволило учесть все бесспорные и необходимые для образования будущего врача закономерности и факты, что нашло свое отражение в учебниках Е.И.Пасынкова (1962, 1969) и учебном пособии по физиотерапии, выпущенном под редакцией А.П.Сперанского (1975) более двух десятилетий назад. Таким образом, уже в течение четверти века студенты медицинских учебных заведений не имеют учебника по общей физиотерапии, отвечающего современным требованиям высшей школы.

Окончившие за это время медицинские институты врачи зачастую не имеют даже ориентировочных представлений о сущности лечебного действия как традиционно применяемых, так и особенно сравнительно новых лечебных физических факторов, научно обоснованных показаниях и противопоказаниях к их назначению. Такое положение усугубляется бурным научно-техническим прогрессом в области, электроники и созданием принципиально новых источников различных физических полей, которые нашли свое применение и в медицине. Кроме них, в клиническую практику за последние десятилетия были внедрены новые методы использования традиционно применявшихся факторов (акупунктура, баротерапия, электростимуляция и др.). Наконец, произошедшие геополитические процессы существенно изменили курортографию России. Актуальность изучения будущими врачами принципов восстановительного лечения потребовала рассмотрения ими физиотерапевтических аспектов медицинской реабилитации. Перечисленные особенности определили актуальность создания современного учебника по общей физиотерапии.

Необходимость написания учебника была неоднократно отмечена физиотерапевтической общественностью страны. Она отражена в постановлениях последних съездов физиотерапевтов и курортологов, решениях Межведомственного научного Совета по физиотерапии и реабилитации, Президиума научного медицинского общества физиотерапевтов и курортологов, на страни-

цах журнала "Вопросы курортологии физиотерапии и лечебной физической культуры", в выступлениях участников различных симпозиумов и практических конференций по физиотерапии. С учетом высказанных на этих научных форумах пожеланий и замечаний нами предпринята попытка создания современного учебника по обидей физиотерапии, который бы соответствовал требованиям Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (1995). Авторы учебника особенно остро чувствуют актуальность поставленной перед собой задачи, так как являются руководителями соответствующих учебных подразделений в ведущих медицинских учебных заведениях России.

Являясь выпускниками одного из старейших медицинских учебных заведений России - Военно-медицинской Академии, имеющей более чем полуторавековой опыт преподавания различных разделов физиотерапии, мы не могли избежать некоторых особенностей в изложении «основных механизмов, принципов и закономерностей лечебного применения физических факторов, присущих академической школе. Вместе с тем приведенные представления основаны на строгом и научно обоснованном анализе надежно зарегистрированных лечебных эффектов, проведенном с позиций · современного уровня естествознания и достижений биофизики, физиологии и фармакологии. Изложенные в учебнике материалы * рассчитаны на студентов, достаточно прочно освоивших перечисленные дисциплины.

Современные методы физиотерапии впервые изложены в учебнике по единой схеме. На наш взгляд, такое построение существенно упрощает восприятие учебного материала студентами и повышает эффективность практического использования полученных ими знаний в клинике. Для лучшего усвоения учебного материала целесообразно проведение демонстраций на практических занятиях по физиотерапии, в рамках которых студенты могли бы самостоятельно получить необходимые факты, составляющие основу представлений о механизмах действия и особенностях лечебного применения каждого лечебного физического фактора.

Мы считаем, что учебник должен отражать передовой уровень развития физиотерапии и заставлять читателя размышлять о путях ее развития. Именно такой стиль изложения вводит студента в мир изучаемого предмета и формирует самостоятельное врачебное мышление. Поэтому мы стремились привести в учебнике не только предусмотренные учебной программой

сведения, но и дать представления как о новых, так и традиционно дискуссионных методах. Такие разделы набраны петитом и рассчитаны для углубленного изучения предмета.

Несмотря на ограниченность объема любого учебного издания, мы сочли необходимым привести в каждом из его разделов биофизические закономерности взаимодействия соответствующих физических факторов с организмом. Представленные сведения об электрических, магнитных, оптических, механических и теплофизических свойствах биологических тканей особенно необходимы будущему врачу, так как позволяют ему целенаправленно подбирать наиболее эффективный физический фактор и методику его воздействия при поражениях различных органов и систем. Такой подбор материала соответствует нашему настойчивому стремлению сформировать фундамент клинического мышления врача в категориях точных наук. Для стандартизации параметров и характеристик используемых в физиотерапии физических факторов их единицы в учебнике приведены в системе СИ, а в ряде случаев они использованы параллельно с традиционными.

Некоторые из приводимых в учебнике иллюстраций заимствованы нами из различных изданий, таких как "Клиническая физиотерапия" (Киев., 1984), "Курортология и физиотерапия" (М., 1985), "Справочник по физиотерапии" (М., 1992) и других. Большинство из них изменено и дополнено нами в соответствии с современными представлениями и требованиями.

В учебнике отсутствуют традиционные для предыдущих изданий подробные описания устройства физиотерапевтических аппаратов и иллюстрации их внешнего вида. Нам представляется, что для успешной практической деятельности будущим врачам необходимо твердое знание параметров лечебного воздействия каждого фактора и методик его применения. Техника же практического выполнения физиотерапевтических процедур является предметом изучения среднего медицинского персонала. Кроме того, из-за быстрого развития медицинской техники и интернационализации большого числа моделей физиотерапевтических аппаратов такие сведения очень быстро устаревают.

Излагая историю различных этапов развития физиотерапии, мы сочли необходимым отдать приоритет логике их развития, а не сумме фактов и биографий ученых, работавших в данной области.

В настоящее время физиотерапия приобрела большое социальное значение и стала важной составной частью специализи-

рованной медицинской помощи. При этом лечебные физические факторы зачастую играют ведущую роль в комплексе лечебных и реабилитационных мероприятий в медицинских учреждениях различного профиля (больницы, поликлиники, санатории и др.). Поэтому логическим звеном в изучении общего курса физиотерапии являются изложенные в учебнике принципы комплексного применения лечебных физических факторов и организационные аспекты физиотерапии.

Подбор и изложение учебного материала выполнены в соответствии со структурой современных учебных программ по общей физиотерапии для лечебного, педиатрического и стоматологического факультетов медицинских Академий и институтов. Кроме них, учебник может быть также успешно использован студентами медицинских факультетов Университетов, а также ординаторами соответствующих специальностей.

Авторы считают своим приятным долгом выразить признательность академику РАН Н.Н.Тиходееву, членам-корреспондентам РАМН В.А.Викторову, В.О.Самойлову, С.С.Ткаченко, профессорам Л.Л.Боброву, О.И. Ефанову, Т.И.Носковой, И.А.Сапову и В.А. Яковлеву, доктору мед. наук М.П.Товбушенко, доцентам А.Н.Шейной и М.Г.Воробьеву, кандидатам мед. наук С.Н.Евсеевой, А.Г.Малявину и Б.Н.Семенову, которые приняли участие в обсуждении отдельных глав рукописи и высказали советы и пожелания, которые были нами с благодарностью учтены. Дружескую поддержку и помощь в создании учебника оказали сотрудники кафедры физиотерапии Российской Медицинской Академии последипломного образования, Российского Научного центра реабилитации и физиотерапии, а также курса физиотерапии и курортологии Военно-медицинской Академии, которым приносим искреннюю благодарность.

Мы надеемся, что учебник будет доброжелательно встречен студентами и оценен специалистами. Вместе с тем, мы осознаем, что выполненные обобщение и анализ большого фактического материала несвободны от некоторых погрешностей и недостатков. Авторы примут с благодарностью любые критические замечания и пожелания по структуре, содержанию и оформлению учебника.

Академик РАМН профессор
В.М.БОГОЛЮБОВ
Доктор медицинских наук
Г.Н.ПОНОМАРЕНКО

Москва-Санкт-Петербург, 1996

ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИОТЕРАПИЮ

ОШЧЩЕЛЕНИЕ И ПРЕДМЕТ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИОТЕРАПИИ

Термин "физиотерапия" происходит от двух- греческих слов сристц-природа и Фералеих—терапия, в буквальном переводе лечение больных *природными* (физическими) факторами. Такое лечение зародилось на заре формирования человеческой цивилизации. Позднее, наряду с природными физическими факторами, для лечения больных стали использовать различные виды физической энергии, источником которой являлись человек или созданные им аппараты. Такие факторы стали называть *искусственными.* В настоящее время физиотерапию рассматривают как *область медицины, изучающую действие /л/ организм природных и искусственно создаваемых физических факторов, применяемых для лечения больных, профилактики заболеваний и медицинской реабилитации.*

Предметом изучения физиотерапии являются *лечебные физические факторы.* В соответствии с видами энергии и типами ее носителей лечебные физические факторы принято делить на две группы.

ЛЕЧЕБНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Искусственные	*Природные*
электролечебные	климатолечебные
магнитолечебные	бальнеолечебные
светолечебные	грязелечебные
механолечебные	
термолечебные	
гидролечебные	
радиолечебные	

Действие различных физических факторов на организм рассматривают и другие науки (электромагнитобиология, фотобио-

логия, биоклиматология, гигиена и др.). Физиотерапия изучает свойства тех из них, которые применяют для лечения и восстановления больных, - лечебных физических факторов.

Природные физические факторы наряду с условиями их лечебного применения и курортными ресурсами объединяют в самостоятельную науку - *курортологию.* При таком рассмотрении необходимо, однако, учитывать, что в основе лечебного действия природных физических факторов лежит воздействие совокупностью факторов с различными видами физической энергии (механической, тепловой, электромагнитной и др.).

Как *дисциплину* физиотерапию структурно разделяют на *общую и частную.* Общая физиотерапия рассматривает методологические основы корректного применения лечебных физических факторов, механизмы их физиологического и лечебного действия и принципы их использования в клинике. Частная (клиническая) физиотерапия определяет особенности использования лечебных физических факторов при различных нозологических формах и изучается в рамках конкретной клинической специальности.

Объектом изучения физиотерапии является *человек,* подвергаемый воздействию физических факторов с лечебной, профилактической и реабилитационной целями. Объекты могут быть исследованы как непосредственно, так и опосредованно, путем экстраполяции данных эксперимента, проведенного на животных, или при помощи математического моделирования лечебного воздействия.

По природе объектов исследования физиотерапия является *клинической* специальностью и входит в состав более 180 медицинских специальностей, выделяемых в настоящее время Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ). Она содержится также и в перечне клинических специальностей, утвержденном Приказом Минздравмедпрома РФ N 55 от 16.02.1995 года.

Преимущества физиотерапии обычно рассматривают как альтернативу химио - или фармакотерапии, несмотря на то, что в лечении большинства заболеваний зачастую применяют комплекс физических факторов и лекарственных веществ. Вместе с тем при использовании лечебных физических факторов:

-существенно расширяется диапазон лечебных методов воздействия и сокращаются сроки лечения;

-не возникают аллергия и лекарственная болезнь;

-потенцируется действие большинства лекарственных веществ;

-не наблюдается лекарственных зависимостей (токсикоманическая безопасность физиотерапии);

-зачастую отсутствует побочное воздействие на другие органы и ткани;

-возникают мягкие безболезненные лечебные эффекты;

-применяют неинвазивные методы и способы лечебного воздействия;

-имеется длительный период ремиссии хронических заболеваний.

По методам исследования физиотерапия относится к группе *терапевтических* дисциплин и использует клинические методики оценки различных систем организма. Они основаны на диалектико-материалистическом методе, являющемся основой научного познания и в физиотерапии. Наряду с ними, механизмы действия лечебных физических факторов при различных видах патологии исследуют путем специальных методов: морфологических, физико-химических, клинических, биофизических, биохимических, физиологических, иммунологических и многих других. Оценку полученных результатов исследований проводят методами диалектической логики (анализа, синтеза, абстрагирования, индукции, дедукции, формализации и др.).

Несмотря на самостоятельный характер, физиотерапия тесно связана с другими науками. Молекулярные и клеточные механизмы действия лечебных физических факторов являются также предметом изучения ряда наук, составляющих естественнонаучную основу физиотерапии: биофизики, биохимии, нормальной И патологической физиологии, иммунологии и других. Помимо этого, физиотерапия определяет органы-"мишени" избирательного воздействия, зависимость ответных реакций организма от количества поглощенной энергии, устанавливает показания и противопоказания для их применения, а также роль реактивности организма в формировании лечебных эффектов физических факторов.

Результаты лечения больного физическими факторами обусловливают наиболее тесную связь физиотерапии с соответствующими клиническими специальностями, в рамках которых они применяются. Совокупность возникающих при этом научных проблем составляет содержание физиотерапии как науки. В соответствии с изучаемыми лечебными факторами выделяют ее

различные разделы: электротерапию, магнитотерапию, фототерапию, гидротерапию, термотерапию и т.д.

Изыскание наиболее эффективных физических методов лечебного воздействия на организм больного и способов их рационального использования в реабилитационных и профилактических целях проводят по следующим *основным направлениям научных исследований* современной физиотерапии:

-определение чувствительности тканей организма к физическим факторам и поиск "мишеней" их непосредственного воздействия;

-разработка оптимальных методик применения лечебных физических факторов при конкретных нозологических формах заболеваний;

-исследование механизмов комплексного действия лечебных физических факторов;

-физиотерапевтические аспекты медицинской реабилитации,"

-индивидуальная оптимизация и биоуправляемая регуляция характеристик лечебных физических факторов.

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ФИЗИОТЕРАПИИ

Несмотря на то, что с применения природных физических факторов начинался опыт медицины как области человеческого знания, физиотерапия является сравнительно молодой наукой. В своем развитии она прошла ряд типичных этапов, которые явились ступенями формирования физиотерапии как научной дисциплины.

Этап зарождения **физиотерапии.** Первые сведения об использовании природных физических факторов в лечебных це 1ях донесли до нас исторические памятники первобытного общества. Известно, что аборигены Австралии и Америки в XV-V тыс. до н.э. наряду с растениями использовали горячие и холодные компрессы при повреждениях, паровые бани при простудных заболеваниях и орошения кишечника (клизмы) - при запорах. В рамках магического врачевания они применяли методы "изгнания духа болезни" при помощи полого рога буйвола (прототипа современны/ банок) и вправления костей (мануальной терапии). По преданию, женщины первобытного общества купали своих больных детей в водоемах, где водились электрические рыбы (скаты).

В арсенал врачей Древнего Мира прочно вошли лечебные грязи (Египет, !V тыс. до н.э.), минеральные воды (Месопотамия, III тыс. до н.э.) и климат (Индия iII тыс. до н.э.). Врачевание в древних цивилизациях постепенно освобождалось от магии и язычества, и в III-II тыс. до н.э. в древнем Египте и Индии начали применять водные процедуры не только для лечения, но и для предупреждения различных заболеваний. В древнеиндийской книге "Аюр-Веды" (1800 лет до н.э.) впервые детально описаны приемы лечебного массажа и гимнастики, положившие начало лечебному применению *искусственных* физических факторов.

Наибольшего расцвета использование природных лечебных факторов достигло в древней Греции и Риме. Выдающиеся представители косской медицинской школы - Гиппократ Косский (460-377 гг. до н.э.) и Эразистрат (IV-III вв. до н.э.) рассматривали организм в тесной связи с окружающей средой и придавали природным физическим факторам ведущее значение в лечении различных заболеваний. "Природа - врач болезней", - утверждал Гиппократ. Кроме солнечных ванн и холодных омовений, он впервые предложил паровые, суховоздушные ванны, компрессы, массаж, гимнастику и воздух "священных рощ" для лечения больных ("О водах, воздухах и местностях", 392 г. до н.э.). В районе горячих источников озера Эбей древние греки впервые начали строить жилища для специально приезжающих на лечение больных, положив начало развитию курортов. В эти же годы Гиппарх (190-120 гг. до н.э.) дал первое понятие "климата" как наклонения солнечных лучей.

Из Греции учение Гиппократа перешло в Древний Рим. В исторических хрониках эпохи его расцвета (III в до н.э.) подробно описаны термы (бани) (лат. thermae - теплый, горячий), которые использовали не только для омовения, но и для лечения болезней. Одним из девизов римлян был "In balneis salus" - в ваннах исцеление. Размеры и роскошное убранство знаменитых терм Нерона (построенных в 54-68 гг. н.э.) и Каракаллы (211-217 гг.) до сих пор поражают воображение современников. Водолечение, массаж и движения входили в число основных лечебных методов в медицинской школе Асклепиада (114-59 гг. до н.э.). Для лечения мигрени Скрибоний Ларг (31 г н.э.) прикладывал к голове больного концы электрического ската, а при подагре использовал ножные ванны с электрическими рыбами. Главный врач римской школы гладиаторов Клавдий Гален (131-201 гг. н.э.) впервые подробно описал приемы массажа при боевой травме, а Плиний (123-156 гг. н.э.) - "землю, излечивающую

раны" (лечебную грязь). Римский врач Архиген (I-II вв н.э.) сделал первую попытку классификации лечебных минеральных вод.

Своеобразным направлением в развитии лечения физическими факторами в древнем Китае явилась чжень-цзю-терапия (чжень-игла, цзю - прижигание). Уже в V в до. н.э. древние китайцы заметили, что уколы и надрезы в определенных областях человеческого тела приводят к быстрому излечению некоторых заболеваний. Описанные врачами древнего Китая (Хуанфу Ми, 215-282 гг. н.э., Хуа То, 141-208 гг. н.э. и др.) биологически активные точки (точки акупунктуры) служили пунктами восстановления "циркуляции энергии чи" в организме. Воздействие на них при помощи металлических игл, полынных сигар, стержней и кончиков пальцев (точечный массаж) зачастую приводило к уменьшению боли и других проявлений болезни.

Несмотря на разнообразие применяемых физических факторов, знания врачевателей Древнего Мира носили описательный характер и зачастую принимали вид лаконичных правил, рожденных практическим опытом. Их малый объем был недостаточен для эффективного лечения больных. Вместе с тем, достижения медицины Древнего Мира послужили источником формирования первых научных теорий водо- и механолечения.

В мрачную эпоху средневековья (с JV в н.э.), несмотря на суровый запрет церкви, европейские врачи все же применяли некоторые методы водолечения - обливание и обтирание. Характеризуя это время, французский философ Ф.Мишле справедливо отмечал: "Тысяча лет без единой ванны".

Лечение природными физическими факторами в средние века обогатилось преимущественно опытом врачей Византии и Востока, обобщенным в гениальных трудах хорезмского врача Ибн Сины (Авиценны) (980-1037). В первой книге "Канона медицины" - "О сохранении здоровья" - впервые подробно сформулированы показания для лечебного применения, а также профилактики различных болезней Солнца, воздуха и воды. Кроме них, лечцы Древней Руси для лечения заболеваний начали использовать "кислую воду" (нарзан) и "чипучинные лари" (паровые бани), а в Америке (X в н.э.) ацтеки для лечения кожных заболеваний применяли "серные" минеральные воды.

В XIII-XIV веках в Европе были организованы первые бальнеолечебные курорты - Пломбьер-ле-Бен, Ахен, Котре, Карлсбад, Баден-Баден и другие.

В эпоху Возрождения (XV-XVII вв.) в Европе получили начало методы опытного (научного) изучения природы. В "Трактате об

итальянских минеральных водах" Савонарола впервые описывает способы их лечебного использования, получившие дальнейшее развитие в трудах профессора Пизанского Университета Г.Фаллопия, выпустившего в середине XVI века "Семь книг о теплых водах". Первые естествоиспытатели стремились сами использовать результаты поставленных ими опытов для лечения больных. Описание таких попыток применения атмосферного электричества имеется в трудах У.Джильберта (1600), Б.Франклина (1752), а минеральных и пресных вод - у Парацельса (1676), Ф.Гоффмана (1738) и других. Полученные феномены они пытались объяснить с позиций механистического материализма.

Успехи физики в первой половине XVIII столетия привели к созданию первых искусственных источников электричества (электрической машины и клейстовской банки) и механических колебаний (виброкресла), которые сразу же нашли врачебное применение. Начиная с этого периода, каждое новое открытие искусственных источников энергии неизбежно приводило к попыткам его использования в медицине.

Несмотря на накопленный значительный опыт и успешные попытки эмпирического применения физических факторов, в объяснении механизмов их лечебного действия преобладал метафизический подход, основанный на интуиции и логике и порой граничивший с мистикой, шарлатанством и невежеством.

Этап формирования физиотерапии как самостоятельной **науки.** На рубеже XVIII-XIX вв. описательный подход в изучении природы был окончательно вытеснен *научным,* суть которого составила взаимосвязанная триада: количественное измерение - математический анализ полученных результатов - эксперимент. Благодаря его внедрению, выявленные практическими врачами лечебные эффекты физических факторов получили свое подтверждение в эксперименте. Научное мировоззрение врача стало формироваться в категориях точных наук: физики, химии, математики. Используя физические факторы, врачи стремились *количественно* оценить параметры воздействовавшего фактора и ответную реакцию больного (лечебный эффект).

В конце XVIII века итальянский физик и физиолог Л.Гальвани в Болонском Университете открыл "животное электричество" (1791). В горячей полемике Л.Гальвани и А.Вольта были обоснованы предпосылки формирования научного взгляда на лечебное действие постоянного электрического тока. Начало научному изучению его лечебных эффектов было положено ра-

ботами академика Медико-хирургической Академии В.В.Петрова, обобщенными в 1803 г. в книге "Известия о гальвани-вольтовских опытах". В 1802 году В.Росси впервые применил постоянный ток для введения солей ртути в организм, положив начало лекарственному электрофорезу. Спустя пять лет профессор Московского Университета Ф.Рейсс количественно описал феномен электроосмоса, а в 1825 году Д.Шарландер для воздействия на глубоколежащие ткани впервые использовал электропунктуру.

С появлением гальванометра (А.М.Ампер, 1820} и источника периодических пульсаций тока (медицинского магнето, Э.Дюбуа-Реймон, 1832) были выполнены обстоятельные исследования природы одного из фундаментальных с*войств живых тканей - *возбудимости* - и сформулированы основные законы возбуждения живых тканей постоянным и импульсным токами. На их основании Б.деДюшеном (1847) и Р.Эрбом (1852) были экспериментально обоснованы методы электростимуляции нервов и определено местоположение отдельных "точек" действия прерывистого электрического тока, вызывавшего изолированное сокращение скелетных мышц. После изобретения магнитоиндукционной катушки А.Румкорфа и электрометра А.Ламэ Р.Бреннер в 1862 году разработал полярный метод раздражения нервов и мышц, положенный в основу электродиагностики, успешно использованной Й.Цимссеном (1855) для определения параметров электростимуляции. Физические' основы и физиологические закономерности действия импульсных токов были обобщены И.Ф.Ционом (учителем И.П.Павлова) в книге "Основы электротерапии", которая в 1870 году была удостоена золотой медали Парижской Академии Наук.

С обоснованием в 1865 году теории электромагнитного поля Д.К.Максвелла стали развиваться научно обоснованные методы его лечебного применения. В 1882 году Дж.Вимшурст изобрел электростатическую машину, позволившую применить в ечебных целях электрическое поле (франклинизация), а Н.Тесла в 1891 году - генератор высокочастотных колебаний. В этом же году выдающийся французский исследователь Ад'Арсонваль показал отсутствие эффекта возбуждения биологических тканей высокочастотными токами и успешно применил их для нагревания тканей, положив начало высокочастотной электротерапии. Ему также принадлежит приоритет в лечебном использовании дистантных методов электротерапии - общей и местной дарсонвализации. Соотечественник д'Арсонваля



А.д'Арсонваль (1851-1940)



Н.Р.Финзен (1860-1904)

С.Ледкж в 1902 году в результате классических экспериментов установил основные закономерности лекарственного электрофореза и показал снотворное действие импульсных токов низкой частоты на головной мозг, а А.Шнее из Венского Университета экспериментально обосновал лечебное применение четырехкамерных гидрогальванических ванн.

Значительных успехов в этот период достигла фототерапия. Вслед за исследованием спектра оптического излучения и изобретением его искусственных источников (В.В.Петров, 1801) началось активное изучение лечебных эффектов света. В 1807 году Й.Гершель доказал химическое действие ультрафиолетового излучения, а в 1816 году А.Доберейнер в Бернском Университете выделил и количественно описал тепловое действие инфракрасного излучения. Хорошие результаты лечебного использования солнечного света способствовали организации первого научного института гелиотерапии (Вельде, 1855).

Во второй половине XIX века было выявлено бактерицидное действие коротковолнового ультрафиолетового излучения (А.Дюон, А.Блаунт, 1877), которое успешно применил Н.Р.Финзен в Копенгагене (1890-1896) для лечения туберкулеза кожи (системной красной волчанки). В результате многочисленных экспериментов по выяснению механизма образования ультрафиолетовой эритемы (описанной независимо от него А.Н.Маклаковым в 1889 году) и концентрированию оптического излучения Н.Р.Финзену удалось добиться выздоровления

считавшихся ранее неизлечимыми больных. За выдающиеся научные достижения ему в 1903 году была присуждена Нобелевская премия. В дипломе, выданном Каролинским медико-хирургическим институтом Н.Р.Финзену, указано, что премия присуждена "з знак признания его заслуг в деле лечения болезней - особенно волчанки - с помощью концентрированного светового излучения".

В первой трети XIX века Ж.Жуно (1834) разработал новый метод воздействия на конечности измененным атмосферным давлением ("сапог Жуно"), положивший начало баротерапии. К середине XIX века фламандский врач В.Матцгарц начинает научное изучение лечебного массажа, которое успешно продолжили В.Мозенгейль, И.В.Заблудовский (предложивший кольцевое разминание и выжимание) и В.А.Штанге (обосновавший роль лимфатической системы при массаже).

В начале прошлого столетия возрос интерес к гидролечению. Выяснение закономерностей теплообмена организма человека и регуляции . сосудистого тонуса позволило научно обосновать механизмы лечебного действия пресной воды. Наиболее полное обоснование физиологических принципов гидролечения было сделано В.Винтерницем в Австрии в книге "Гидротерапия, построенная на физиологических и клинических основах" (1877). Позднее были проанализированы изменения вегетативных функций и различных видов обмена при действии пресной воды, а также растворенных в ней поваренной соли, углекислоты, ароматических веществ и эфирно-соснового экстракта. Изучение особенностей проницаемости кожи для различных химических веществ и газов, растворенных в минеральных ваннах, позволило научно обосновать показания и противопоказания для их назначения (В.А.Манассеин, 1879, Ю.Т.Чудновский, 1885, М.В. Яновский, 1887).

В течение всего XIX века в Европе были открыты многочисленные источники минеральных вод и лечебных грязей. В 20-е годы Й.Берцелиус произвел первый полный химический анализ состава минеральных вод. На уникальном курорте Европы - Кавказских Минеральных водах - это сделал А.П. Нелюбин (1824). В эти же годы были научно обоснованы методы искусственного насыщения минеральных вод углекислотой (газирование), что позволило осуществлять розлив в бутылки газированной минеральной воды и ее транспортировку. В 1867 году Б.А.Либов выпускает один из первых научных трудов, по-

священных научному анализу лечебного действия пелоидов ("О грязелечении").

С 1833 года И.Т.Спасский (один из врачей семьи Пушкиных) включил в свои лекции по фармакологии учение о минеральных водах, а в 1842 году на кафедре фармакологии, рецептуры и общей терапии Медико-хирургической Академии, возглавляемой А.П.Нелюбиным, начинают читать первый в Европе самостоятельный курс бальнеотерапии. Позднее кафедры бальнеотерапии были сформированы на медицинских факультетах университетов Вены, Берлина и Парижа. Там же в 60-е годы XIX века начали внедрять в учебные программы преподавание элементов электротерапии.

Таким образом, к концу XIX столетия было накоплено большое количество экспериментальных фактов по различным направлениям лечебного использования физических факторов, не связанных общими представлениями о закономерностях их действия на организм. Объединение разных физических методов лечения (электротерапия, фототерапия, гидротерапия, механотерапия и др.) в единую научную дисциплину — физиотерапию — состоялось на I съезде физиотерапевтов в Льеже (Бельгия) в 1905 году. Помимо определения физиотерапии как науки, на данном форуме были сформулированы ее основные проблемы и круг научных задач

Этап синтеза эмпирических знаний и формирования обобщающих теорий их практического применения. Двадцатое столетие положило начало наиболее плодотворному периоду развития физической терапии. Идеи и открытия в биофизике и физиологии явились научным фундаментом формирования теоретических концепций физиотерапии и сыграли исключительную роль в понимании механизмов действия лечебных физических факторов на организм. Они позволили выделить наиболее важные закономерности формирования ответных реакций больного организма и во многом понять диалектику взаимоотношений их специфического и не'специфического компонентов.

Заслуга в формировании новых направлений в физиотерапии принадлежит, прежде всего, С.А.Бруштейну и А.Е.Щербаку. Основываясь на теориях нервизма, высшей нервной деятельности и концепции адаптационно-трофической функции симпатической нервной системы, они заложили фундамент теории нейро-рефлекторного действия лечебных физических факторов.



С.А.Бруштейн (1873-1947)



А.Е.Щербак (1863-1934)

Уже в диссертационном исследовании С.А.Бруштейна "О влияний' различных цветов на сочетанно-двигательные рефлексы у человека" (1910) была впервые экспериментально доказана возможность рефлекторного действия физических факторов на человеческий организм. Позднее им были выявлены различия в механизмах психофизиологического действия различных участков спектра видимого излучения на психических больных. Подвижничество и организаторский талант позволили С.А.Бруштейну организовать в 1916 году Петроградский физиотерапевтический институт, который в те годы стал крупнейшим в Европе центром научной и практической физиотерапии. Его сотрудниками были выполнены классические экспериментальные работы по выяснению рефлекторных механизмов действия различных лечебных физических факторов. При участии С.А.Бруштейна в 1917 году на базе самостоятельного курса водолечения и массажа в Петроградском институте усовершенствования врачей была организована первая в России кафедра физиотерапии. По его инициативе в 1925 году Московское и Ленинградское общества учредили Всесоюзную ассоциацию (общество) физиотерапевтов и провели ее первый съезд в Ленинграде. С.А.Бруштейн подготовил большое число учеников, впоследствии создавших свои научные направления (Б.М.Бродерзон, А.Ф.Вербов, Е.Т.Залкиндсон, Н.М.Рудницкий и др.).

А.Е.Щербак экспериментально доказал участие зегетативной нервной системы в механизмах действия лечебных физических факторов. На основе выдвинутой им концепции "вегето-рефлекторной терапии" были разработаны методы сегментарно-метамерной гальванизации: воротниковый и поясной. В работах сотрудников организованного им в Севастополе в 191<? году Института физических методов лечения показана значительная роль кожного депо ионов и гемато-энцефалического барьера в организации реакций целостного организма и на этой основе разработано учение об "ионных рефлексах". А.Е.Щербаком впервые начата научная разработка путей использования физических факторов в целях профилактики заболеваний (физиопрофилактики) и восстановительного лечения больных, выпол нены первые работы по их комбинированному действию. Созданная А.Е.Щербаком Крымская физиотерапевтическая школа (А.Р.Киричинский, Е.А.Нильсен, Э.Д.Тыкочинская и др.) имеет крупные теоретические и практические достижения в разработке оригинальных методов элекротерапии и акупунктуры.

Первая половина нынешнего века обогатила физиотерапию принципиально новыми искусственными источниками различных видов энергии, которые сразу же нашли свое лечебное применение. К их числу относятся, прежде всего, ионизирующие излучения, лечебное применение которых впоследствии выделилось в самостоятельный раздел лучевой терапии. Кроме Х-лучей, исключительно эффективными для лечения больных оказались полученные Э.Шлифаке в 1926 году ультравысокочастотные электрические поля (УВЧ-терапия), М. Коваршиком в 1927 году - высокочастотные магнитные поля (индуктотермия), а Р.Польманом - ультразвук (1939). Открытие витаминообразующего действия средневолнового ультрафиолетового излучения (А.Бухгольц, 1904, А.В.Гульдшинский 1919) позволило разрешить проблему лечения рахита. В 30-е годы XX века были выполнены классические исследования лечебного действия аэроионов на организм (А.П.Соколов, А.Дессауэр, А.Л.Чижевский), а также установлено анальгетическое действие диадинамических токов (П.Бернар, 1929).

Несмотря на объединение физиотерапии в единую науку, в первой половине нынешнего столетия искусственные физические факторы рассматривали как альтернативу курортного лечения и изучали раздельно с природными. Координационными центрами таких исследований в Советском Союзе явились организованные соответственно в 1920 и 1925 годах в Москве

Государственный институт физиатрии и ортопедии (впоследствии физиотерапии) и Центральный институт курортологии (ЦИК), объединенные в 1958 году в единый научный центр.

В первом из них, организованном С.Б.Вермелем и В.К.Хорошко, была научно обоснована возможность избирательного действия лечебных физических факторов на различные ткани организма (А.В.Рахманов), разработан биологический метод дозиметрии ультрафиолетового излучения (А.Ф.Горбачев), солнечных ванн и научно обосновано лечебное действие радоновых ванн (П.Г.Мезерницкий). В основанном Г.М.Данишевским институте курортологии В.А.Александров научно обосновал ведущую роль химического фактора в лечебном действии грязей, разработал медицинскую классификацию минеральных вод (1932) и лечебных грязей (1938), предложил критерии комплексной оценки курортных ресурсов. В 30-е годы были исследованы основные механизмы действия природных лечебных факторов и определены показания и противопоказания для их применения (И.А.Валединский, 1934, А.А.Лозинский, 1937). Научные достижения курортологов способствовали созданию в СССР невиданной в мире сети курортов и санаториев. Число лиц, получивших санаторно-курортное лечение, увеличилось с 200 тыс. в 1915 году до 50 млн. в 1990 году.

В годы Великой Отечественной войны физиотерапией было охвачено свыше 13 млн. советских военнослужащих (76% всех раненых и больных). В 1943 году Г.М.Франк экспериментально обосновал эффективность ультрафиолетового облучения для санации инфицированных ран и купирования болевого синдрома у раненых и больных, А.В.Рахманов выявил эффект активации дифференцировки и роста соединительной ткани под действием электрического поля УВЧ, а Б.М.Бродерзон разработал принципы и методы физиотерапии боевых повреждений. После научного изучения был внедрен новый теплоноситель - озокерит (С.С.Лепский, 1942 г.). Накопленный медиками опыт позволил сформировать новый самостоятельный раздел — военно-полевую физиотерапию.

С развитием аналитического подхода в изучении живых организмов методами молекулярной биологии, биофизики и биохимии во второй половине XX века стали формироваться представления о специфическом характере воздействия лечебных физических факторов на различные ткани организма. Они явились альтернативой господствовавшей в физиотерапии концепции неспецифического действия физических факторов. Успехи в



В.А.Александров (1877-1956)



А.Н.Обросов (1895-1990)

выяснении молекулярной природы биоэлектрогенеза позволили существенно уточнить механизмы действия лечебных физических факторов. На основе этих представлений были разработать! новые методы - интерференцтерапия (Г.Немек, 1949), флюктуоризация (Л.Р.Рубин, 1964) и короткоимпульсная электроанальгезия (Р.Мельзак, 1965).

Значительные достижения физиотерапии послевоенных лет связаны с именем А.Н.Обросова, приложившего немало усилий для выяснения механизмов специфического действия лечебных физических факторов на организм. Им было экспериментально установлено, что специфичность реакций рганизма наиболее отчетливо проявляется при действии лечебных физических факторов малой интенсивности. А.Н.Обросов впервые количественно описал нейростимулирующее действие выпрямленных синусоидальных модулированных токов, использованных позднее его учеником В.Г.Ясногородским в методе амплипульстерапии (1964 г.). В разные годы А.Н.Обросовым теоретически и экспериментально были обоснованы методы сантиметроволновой (1946), дециметроволновой (1961) СВЧ-терапии и импульсной УВЧ-терапии (совместно с И.А.Абрикосовым, 1968).

Появившиеся во второй половине XX века представления о сущности патологического процесса, охватывающего весь организм, а также открытие гормонов и церебральных опиатных систем стимулировали разработку оригинальных методов воз-

действия физическими факторами на целостный организм преимущественно через головной мозг - электросонтерапии (А.А.Гиляровский, Н.М.Ливенцев, 1949), транскраниальной электроанальгезии (Л.Лимож, 1970), трансцеребральной УВЧ-терапии (В.М.Боголюбов, 1984). Были выявлены закономерности изменения реактивности целостного организма при действии различных физических факторов (Х.Г. Пратцель, 1978), успешно разрешены вопросы закаливания и гелиопрофилактики организма (А.П.Парфенов, 1956), разработаны методы коррекции гормонального и иммуного статуса больных (В.М.Боголюбов, 1983), начато изучение временных ритмов лечебного воздействия физических факторов (Е.И.Оранский, 1977).

Дальнейшее развитие физиотерапии тесно связано с достижениями научно-технического прогресса и созданием новых источников различных видов энергии. Ее характерной особенностью является индивидуализация воздействия, автоматизация их режимов, углубленное исследование количественных взаимоотношений между интенсивностью фактора и ответными реакциями больного. За последние десятилетия в лечебную практику были успешно внедрены новые методы вибрационного массажа (А.Я.Креймер, 1967), лазеротерапии (О.К.Скобелкин, 1970), низкочастотной и импульсной магнитотерапии (70-е годы), пунктурной физиотерапии (В.С.Улащик, 1989), "сухо-воздушных" ванн (70-е годы), КВЧ-терапии (80-е годы) фотодинамической терапии (90-е годы).

На современном этапе точки зрения на природу лечебного действия физических факторов (неспецифическую и специфическую) объединены представлением об их диалектическом единстве в формировании реакций целостного организма на лечебные физические факторы. В ней одновременно сочетаются сугубо специфические первичные механизмы с неспецифическими путями формирования реакций целостного организма.

В отличие от научного развития, судьба преподавания физиотерапии в медицинских учебных заведениях незавидна. Длительное время существовала тенденция уменьшения учебного времени на преподавание физиотерапии. В связи с этим подготовка студентов по вопросам физиотерапии перестала быть качественной и зачастую зависит от подвижничества преподавателей.

Таким образом, физиотерапия конца XX века характеризуется фундаментальными достижениями в изучении механизмов

действия лечебных физических факторов на уровне как целостного организма, так и его отдельных систем, органов и клеток. Современная тенденция ее развития направлена на определение мембранных н клеточных механизмов и путей трансформации поглощенной биологическими структурами энергии лечебных физических факторов. Знание количественных закономерностей указанных процессов позволит существенно повысить эффективность их лечебно-профилактического использования.

МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА НА > ЛЕЧЕБНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Лечебное действие любого физического фактора определяется сочетанием развивающихся под его действием эффектов. Вероятность их формирования и развития определяется:

-специфическими свойствами физического фактора, в основе которых лежат особенности распределения его энергии во времени и пространстве;

-физическими (электрическими, магнитными, механическими, теплофиаическими и др.) свойствами тканей-"мишеней", определяющими поглощение энергии данного фактора;

-наличием избирательной чувствительности организма к данному фактору, определяющей низкие пороги его сенсорного восприятия;

-функциональными резервами адаптации и реактивности организма.

В формировании лечебных эффектов физически/, факторов участвуют *местные, рефлекторно-сегментарные и генерализованные (общие)* реакции организма. В их обеспечении участвуют соподчиненные между собой различные системы организма.

Местные реакции проявляются на ограниченном участке тела и возникают вследствие активации афферентов соматосенсориой системы и факторов локальной сосудистой регуляции. Механизмы их формирования зависят от формы энергии, которая свойственна каждому из них (электрическая, магнитная, световая, механическая и тепловая). Существенную роль играет и *адекватность* физического фактора для организма, которая определяется наличием сформировавшихся в ходе эволюции

рецепторов и наиболее чувствительных биологических структур. В организме человека имеются специфические приемники механической и световой энергии - *механорецепторы и фоторецепторы,* а также структуры, избирательно воспринимающие электромагнитные и термические факторы (нервные и мышечные волокна, термомеханочувствительные волокна кожи).

Реакции на механические факторы зависят от их параметров и протекают по законам сенсорной физиологии: амплитуда афферентных ответов нелинейно зависит от интенсивности физического фактора, частотная избирательность таких реакций обусловлена пространственно-структурными особенностями рецепторных аппаратов, а сами они формируются в течение первой секунды от начала действия фактора. Термические факторы воздействуют на термомеханочувствительные структуры кожи, а электромагнитные - на возбудимые ткани. Они способны модулировать импульсную активность нервных волокон. Возникающие при этом реакции не имеют нелинейной зависимости от интенсивности и частоты фактора и развиваются в течение продолжительного времени.

Лечебные физические факторы изменяют тонус артериол и диаметр капилляров и венул микроциркуляторного русла. Такие локальные эффекты реализуются как путем аксон-рефлекса, так и за счет выделения биологически активных веществ (брадикинин, простагландины, вещество Р, цитокины, оксид азота) и медиаторов (норадреналин, ацетилхолин, гистамин, серотонин и аденозин), а также изменения ионного баланса тканей (H^+ и K^+-гипериония). Вследствие фильтрации через эндотелий гуморальные факторы сосудистой регуляции могут выходить в интерстиций и оказывать свое воздействие на систему микроциркуляции.

Выделяющиеся свободные молекулы гистамина (10^{-5}-10^{-4} моль·л$^{-1}$) через H_2-гистаминовые рецепторы мононуклеарных фагоцитов тормозят секрецию хемотаксических факторов, синтез макрофагами системы комплемента. Следующее за этим уменьшение секреции медиаторов воспаления активирует пролиферацию и созревание грануляционной ткани в очаге воспаления. Аналогичными эффектами обладает простагландин E_2 (10^{-8} моль·л$^{-1}$), механизм действия которого на систему циклических нуклеотидов выяснен пока не до конца. Мигрирующие в кожу макрофаги и лаброциты активируют клеточный иммунитет кожи и неспецифические факторы ее бактерицидной системы.

Ацетилхолин (10^{-8} моль·л$^{-1}$) и другие холиномиметические агенты (например, простагландин $F_{2\alpha}$) реализует свое действие на

различные клетки через M_1-холинорецепторы, связанные с системой фосфотидилинозитидов и цГМФ. Возникающее при этом увеличение проницаемости плазмолеммы клеток, активация аксонального транспорта трофогенов и усиление потребления кислорода изменяют метаболизм и трофику тканей в области поглощения энергии лечебного физического фактора. Кроме того, биологически активные соединения оказывают локальные эффекторные влияния на расположенные в месте воздействия свободные нервные окончания и нервные проводники.

Таким образом, помимо различных "мишеней" воздействия лечебных физических факторов, неодинаковы и механизмы их первичного восприятия. В их основе лежат различия в механизмах поглощения энергии физических факторов. Особенности поступающих в центральную нервную систему сигнальных импульсных потоков обусловливают специфическую направленность безусловно-рефлекторных реакций каждого органа. Такая гетерогенность первичных реакций организма на физические факторы с различной формой энергии проявляется и на следующих этапах формирования генерализованных ответов организма.

Рефлекторные реакции возникают в результате соматических, висцеральных и вегетативных рефлексов, формирующихся в результате изменения состояния тканей под действием лечебных физических факторов. Они приводят к сдвигам ионного баланса тканей и оказывают модулирующее влияние на потоки импульсной активности, восходящие к супраспинальным структурам. Афферентная импульсация от чувствительных нервных волокон через вставочные нейроны активирует двигательные нейроны передних рогов спинного мозга с последующим формированием эффекторных импульсных потоков, которые распространяются к различным органам, имеющим соответствующую сегментарную иннервацию. Наряду с ними, через задние корешки в спинной мозг поступают импульсные сигналы по вегетативным нервным волокнам, которые замыкаются в периферических вегетативных ганглиях и оказывают выраженное трофическое влияние на ткани метамера, который относится к данному сегменту спинного мозга.

Взаимодействие висцеральных и соматических афферентных импульсных потоков и их переключение на различные эффекторы происходит на уровне спинальных, бульбарных и корковых структур. Иррадиация возбуждения на соседние участки головного мозга вызывает как усиление существующих, так и формиро-

вание новых сложноорганизованных рефлекторных реакций. Ответные управляющие сигналы на различные эффекторы могут быть реализованы путем простой дивергенции нисходящих импульсных потоков на различные эффекторы.

Генерализованные реакции формируются в результате распространения восходящих импульсных потоков с передних рогов спинного мозга к вышележащим отделам головного мозга, а также при непосредственном воздействии лечебных физических факторов на подкорковые структуры, проводящие афферентные пути и железы внутренней секреции. Приходящие в вышележащие отделы центральной нервной системы импульсные потоки являются модально-однозначными и обрабатываются вставочными и промежуточными нейронами, связанными с соматическими и висцеральными эфферентными проводниками.

Несмотря на различное расположение тканей-"мишеней" действия лечебных физических факторов, механизм формирования ответной реакции ансамбля нейронов центральных структур принципиально одинаков. В его основе лежит конвергенция на центральные нейроны афферентных импульсных потоков от висцеральных и соматических проводников с их последующей суммацией. Механизмы интеграции соматических и висцеральных афферентных сигналов сходны и различаются только количественными особенностями конвергенции. Она проявляется в активации нейросекреции гипоталамусом релизинг-факторов и выработке тропных гормонов гипофизом с последующей коррекцией уровня пептидных гормонов крови (путем активации их секреции), а также стимуляции синтеза стероидных гормонов и простагландинов. В результате таких нейрогуморальных процессов происходят согласованные изменения функциональной активности и метаболизма в различных тканях организма.

Связь соматовисцеральных афферентных систем с центрами вегетативной нервной системы определяет существенную роль поступающей сенсорной информации в регуляции вегетативных функций организма. Согласно существующим представлениям, через эту систему реализуются наиболее общие приспособительные реакции организма, которые имеют разлитой характер.

Выраженность ответных реакций организма и степень участия в них различных звеньев нейроэндокринной регуляции определяется количеством и областью поглощения энергии. При этом традиционно считают, что с увеличением интенсивности фактора

происходит последовательное включение местных, сегментарно-ресрлекторных и генерализованных реакций, которые развиваются по универсальным механизмам регуляции функций внутренних органов и в этом смысле неспецифичны. Они направлены на повышение общей резистентности организма и увеличение функциональных резервов его адаптации. Вместе с тем, каждый лечебный физический фактор может оказывать на организм и специфическое (присущее только ему) действие.

Специфичность реакций организма проявляется наиболее отчетливо при применении низкоинтенсивных факторов, энергии которых недостаточно для нагревания тканей (свыше 0,1° С) или изменения их функций. Возникающие при этом генерализованные реакции связаны с кооперативными процессами, развивающимися в активных биологических средах, к которым относят прежде всего возбудимые ткани. Ответные реакции формируются в этом случае за счет свободной энергии, запасенной в макроэргах клеток различных тканей, величина которой существенно больше энергии воздействующих физических факторов. Привносимая ими в биологические структуры энергия служит своеобразным "триггером" перераспределения свободной энергии клеток и тканей, существенно изменяющим их метаболизм и функциональные свойства, то есть несет в себе черты "информационного" воздействия. Такие реакции развиваются преимущественно при локальном действии на *биологические каналы связи* (зоны кожной проекции афферентных проводников, расположенных в подлежащих тканях и внутренних органах, двигательные точки, вегетативные ганглии и точки акупунктуры), имеющие детерминированные связи с различными системами организма.

Тесная взаимосвязь специфических и неспецифических компонентов механизма формирования лечебных эффектов зачастую приводит к тому, что "информационное" воздействие лечебных физических факторов низкой интенсивности проявляется не во внешних выраженных реакциях различных систем организма, а в функциональных нейрогуморальных сдвигах (биофизических, биохимических, иммунологических и др.). Они приводят к усилению реактивности и устойчивости организма, повышают уровень мобилизации его функциональных резервов и восстанавливают нарушенные болезнью системы адаптации. Такие неспецифические реакции организма проявляются в повышении активности гипофиз-адренокортикальной системы с последующим выделением тропных гормонов и активацией же-

лез внутренней секреции. Поступающие в кровь глюкокортикоиды и катехоламиины повышают афинность адренорецепторов различных тканей, а гидрокортизон ограничивает экссудативную фазу воспаления и вызывает иммуносупрессию. В результате восстанавливаются регуляция метаболизма клеток и сосудистого тонуса, проницаемость гистогематических барьеров и транскапиллярный обмен метаболитов.

Вызванные лечебным физическим фактором изменения показателей гомеосуазиса приводят к активации сниженной в результате болезни индивидуальной адаптации организма. Происходит также и мобилизация специфической функциональной системы, ответственной за адаптацию к данному физическому фактору. При нарастании интенсивности воздействующего фактора одновременно с ней активируется неспецифическая стресс-реализующая система, мобилизующая энергетические и структурные ресурсы организма. В результате увеличивается мощность систем специфической адаптации - увеличивается синтез нуклеиновых кислот и белков, а также митохондрий, рибосом и полиферментных констеллятов, лимитирующих их функцию (формируется "системный структурный след"). Такая устойчивая долговременная адаптация направлена на восстановление гомеостазиса. Однако при значительном повышении интенсивности лечебного физического фактора происходит срыв механизмов регуляции функций ("физиологических мер защиты против болезни" по И.П.Павлову) и обострение заболевания.

Итак, гетерогенность механизмов формирования реакций целостного организма на лечебные физические факторы различной природы позволяет в каждом конкретном случае их применения рассчитывать на проявление тех или иных специфических лечебных эффектов. Она позволяет выделить любой физический фактор и метод его использования из множества других и определяет присущие только данному фактору лечебные эффекты. Вместе с тем универсальные механизмы организации центральной нервной системы обеспечивают единство процессов развития приспособительных реакций организма на данный фактор, особенно при его продолжительном воздействии. Такая диалектика разнородности и единообразия механизмов действия лечебных физических факторов на организм составляет важный компонент общей приспособительной реакции организма больного, направленной на восстановление нарушенных болезнью функций.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЛЕЧЕБНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Рациональное применение лечебных физических факторов у конкретного больного предполагает соблюдение строго дифференцированного выбора вида используемой энергии и конкретных методик проведения процедур. При этом врач должен учитывать этиологическую и патогенетическую обоснованность применения данного физического фактора, характер основных клинических проявлений, индивидуальные особенности течения заболевания, исходное функциональное состояние организма и специфичность лечебного действия избранного фактора. На основе единства специфических и неспецифических закономерностей действия конкретного физического фактора на организм могут быть сформулированы *общие принципы* их применения в лечебных и профилактических целях. Следование этим принципам вносит системность и порядок в мышление врача и формирует его научный подход к назначению лечебных физических факторов на различных этапах патологического процесса.

Принцип единства этиологической, патогенетической и симптоматической физиотерапии. Реализуется на основе специфических свойств каждого лечебного физического фактора и его влияния на определенные функции организма больного. Используя данный принцип, врач должен стремиться назначить такие факторы, которые бы одновременно устраняли (ослабляли) этиологический агент данного заболевания, активно вмешивались в звенья его патогенеза и ликвидировали проявление основных симптомов заболевания. Некоторые лечебные физические факторы (например, среднечастотный электрический разряд, ультрафиолетовое излучение и др.) могут непосредственно воздействовать на этиологический агент, а большинство других — на патогенез и основные симптомы заболевания. Врач-физиотерапевт должен реализоаывать данный принцип при максимально возможном числе заболеваний.

В *острый* период заболевания необходимо стремиться воздействовать на *этиологический* агент. При подострых и хро-

иичесхмх воспалительных заболеваниях физиотерапевтические процедуры должны быть направлены на разрешение патологического процесса, ликвидацию его остаточных проявлений и нормализацию нарушенных функций различных органов и систем. Наличие *болевого синдрома* требует его купирования в течение первых двух-трех процедур, поскольку до исчезновения болевых ощущений рассасывающая и противовоспалительная терапия менее результативна.

Данный принцип подразумевает также возможность воздействия лечебным физическим фактором непосредственно на патологический очаг *{местно),* рефлексогенные зоны и области сегментарно-метамерной иннервации *(сегментарно)* и на целостный организм *(генерслизованно).* В зависимости от области воздействия, реализуются преимущественно специфические эффекты, присущие данному фактору, либо неспецифические. Вероятность специфического действия присуща в наибольшей степени местному и сегментарному, а неспецифического - генерализованному воздействию физических факторов. Следовательно, при небольшом выборе лечебных физических факторов врач может прогнозировать направленность лечебного воздействия, исходя из его локализации и площади.

В основе данного принципа лежит тесная взаимосвязь вызываемых лечебным физическим фактором ёбщих, сегментарно-рефлекторных и местных реакций. Она обусловлена особенностями организации систем регуляции функций организма, в частности, тесной взаимосвязью кожи с внутренними органами, а также локализацией центральных звеньев регуляции висцеральных функций в головном мозге.

Принцип индивидуального лечения физическими факторами. Данный принцип восходит к основному клиническому тезису С.П.Боткина "Лечить не болезнь, а больного". Исходя из него, при использовании физических факторов врач-физиотерапевт обязан учитывать:

-возраст, пол и конституцию больного;

-наличие сопутствующих заболеваний;

-наличие индивидуальных противопоказаний для применения конкретного физического фактора;

-реактивность организма и степень тренировки адаптационно-компенсаторных механизмов;

-биоритмическую активность основных функций организма.

Необходимо также знать и возрастные ограничения сроков назначения физиотерапии - пластичность регуляции вегета-

тивных функций у детей и ее низкую лабильность у пожилых людей. У детей с первых дней жизни допустимо назначение УВЧ-терапии и аэрозольтерапии, с 1-го мес - ультрафиолетового облучения, массажа и гидротерапии. Остальные факторы имеют возрастные ограничения от 6 нед (лекарственный электрофорез) до 14-15 лет (подводное вытяжение позвоночника). У больных пожилого возраста лечебные физические факторы необходимо применять в щадящем режиме. При этом отсутствие выраженного терапевтического эффекта после первых процедур не является основанием для отмены или замены одного физического фактора другим.

Выбор физического фактора для лечения конкретного больного составляет основу врачебного искусства физиотерапевта. Исходя из этого, параметры лечебных физических факторов выбирают индивидуально. Так, например, интенсивность ультрафиолетового излучения определяют при помощи биодозиметрии, параметры электростимуляции - на основании результатов электродиагностики, а методику питьевого использования минеральных вод - по соотношению и продолжительности фаз секреции желудка.

Эффективность физиотерапии существенно зависит и от биоритмов больного. Опыт хронобиологической оптимизации воздействия лечебных физических факторов свидетельствует о том, что у больных в утренние часы ответные реакции формируются на фоне преобладающего тонуса симпатической нервной системы, а в послеполуденные - парасимпатической. Кроме того, временная организация физиотерапии должна учитывать циркадные и сезонные ритмы функционирования важнейших систем жизнеобеспечения организма.

При назначении лечебных физических факторов у женщин необходимо учитывать фоновую гормональную активность в разные фазы менструального цикла. Физиотерапию целесообразно начинать в первые дни после менструации (на 5-7 день менструального цикла). В дни овуляции и перёд менструацией необходимо уменьшать интенсивность и продолжительность действия фактора из-за повышенной чувствительности больных к различным раздражителям.

Реализация данного принципа достигается также введением в физиотерапевтические аппараты каналов обратной связи с больным. В этом случае происходит автоматическая коррекция силовых характеристик физических факторов в зависимости от состояния биологических тканей, подвергаемых лечебному воз-

действию, которая существенно увеличивает их клиническую эффективность. В качестве управляющего сигнала такой биосинхронизации обычно используют параметры биоэлектрической активности стимулируемых групп мышц или электропроводности кожи в зоне воздействия. Последние отражают состояние вегетативной регуляции висцеральных систем. Биоуправляемая регуляция позволяет использовать оптимальные режимы воздействия для конкретного больного с минимальной адаптацией к лечебным физическим факторам и обеспечивает быстрое восстановление гомеостазиса в поврежденных тканях.

Непременным условием индивидуализации физиотерапии является создание положительного психоэмоционального настроя у больных. Для этого необходимы соблюдение медицинским персоналом требований деонтологии, максимальная деликатность и предупредительность в общении, поддержание чистоты и уюта в отделении (кабинете). Целесообразно использование средств большой и малой психотерапии. Опосредованной психотерапией считается констатация положительных сдвигов в состоянии больного, что повышает его настроение и укрепляет надежду на исцеление.

Принцип курсового лечения физическими факторами. Оптимальный лечебный эффект большинства физических факторов наступает в результате проведения *курсового* лечения. Его продолжительность составляет для одних нозологических форм 6-8, других - 8-12, реже 14-20 процедур. В этом случае морфофункциональные изменения, возникающие после проведения начальной процедуры, углубляются и закрепляются последующими. В зависимости от динамики клинических проявлений патологического процесса процедуры проводят ежедневно или через 1-2 дня. Суммация лечебных эффектов физических факторов_обеспечивает длительное последействие курса физиотерапии, которое продолжается и по его завершении. Вместе с тем, слишком большая продолжительность курса лечения одним физическим фактором приводит к адаптации организма и существенно снижает эффективность его лечебного действия.

Следует также учитывать, что отдаленные результаты применения некоторых физических факторов (механолечебных, термолечебных и др.) в некоторых случаях более благоприятны, чем непосредственные. Периоды последействия большинства электро- и светолечебных факторов составляют от 2-х недель до 4-х месяцев, а при использовании природных лечебных факторов достигают 6 мес (лечебные грязи) или 1 года (климат).

Для оценки продолжительности курса необходимо, помимо субъективной оценки больного, учитывать также динамику объективных показателей его состояния.

Принцип оптимального лечения физическими факторами. Физические факторы обладают неодинаковой терапевтической эффективностью при лечении конкретного заболевания. Исходя из этого, параметры лечебного фактора и методика его применения должны быть оптимальными, т.е. максимально *соответствовать* характеру и фазе патологического процесса. Так, в острый период заболевания применяют преимущественно низкоинтенсивные физические факторы на сегментарно-метамерные зоны. В подострую и хроническую фазы интенсивность фактора увеличивают и воздействуют чаще непосредственно на патологический очаг. Так, например, в серозно-альтеративную фазу воспаления назначают ультрафиолетовое излучение в возрастающих эритемных дозах (3-10 биодоз), а в репаративно-регенеративную - в субэритемных (1/4-1/2 биодозы). Для быстрого купирования болевого синдрома применяют стимуляцию соматосенсорных афферентов кожи импульсными токами частотой свыше 100 **имп·с$^{-1}$**, а уменьшения ноющих висцеральных болей достигают путем блокады ноцицепторных волокон импульсами тока частотой 10-20 **имп·с$^{-1}$**. Наконец, общее ультрафиолетовое облучение при хорошей реактивности больного назначают по основной схеме, у ослабленных больных — по замедленной схеме, а у физически крепких — по ускоренной.

Вероятностный характер процессов в организме обусловливает отсутствие благоприятных эффектов лечебных физических факторов у 5-10% больных. Кроме того, в клинической практике существуют заболевания и состояния больного, при которых использование лечебных физических факторов не рекомендуется. К таким **общим противопоказаниям** для физиотерапии относятся: *злокачественные новообразования, системные заболевания крови, резкое общее истощение больного (кахексия), гипертоническая болезнь III стадии, резко выраженный атеросклероз сосудов головного мозга, заболевания сердечно-сосудистой системы в стадии декомпенсации, кровотечения или наклонность к ним, общее тяжелое состояние больного, лихорадочное состояние (температура тела больного свыше 38° С), активный легочный туберкулез, эпилепсия с частыми припадками, истерия с тяжелыми*

судорожными припадками, психозы с явлениями психомоторного возбуждения.

Принцип динамического лечения физическими факторами. Согласно данному принципу, физиотерапия должна соответствовать *текущему* состоянию больного. Его соблюдение требует постоянной коррекции параметров применяемых физических факторов в течение всего периода лечения больного, так как начальные назначения быстро перестают соответствовать фазе патологического процесса и состоянию больного. Такое варьирование способствует уменьшению адаптации больного к воздействующим физическим факторам, существенно снижающей их клиническую эффективность. Для этого у врача имеется возможность изменения *интенсивности* и *частоты* физического фактора, *локализации, площади* и *продолжительности* его воздействия, наряду с включением в комплекс лечения *дополнительных* лечебных физических факторов.

Врач должен учитывать возможность усиления лечебных эффектов физических факторов при некоторых заболеваниях (например, к ультрафиолетовому излучению при заболеваниях кожи) или ослабления на фоне проводимой лекарственной терапии (например, при приеме глюкокортикоидов, антикоакулянтов и сульфаниламидов), формирование вторичной резистентности больного. Кроме того, в процессе обследования больного могут быть выявлены сопутствующие заболевания, которые зачастую требуют изменения тактики физиотерапии больного.

Необходимо также учитывать и возможность проявления неблагоприятных реакций со стороны патологически измененных органов, которые могут возникать при неграмотном назначении физических факторов. *Кардинальным* признаком неадекватной физиотерапии является обострение патологического процесса и формирование реакции дезадаптации больного. Такая реакция может быть преимущественно *общей* (без значительных изменений в пораженном органе или системе) или *местной* (очаговой).

При *общей* реакции, протекающей по типу вегетососудистого синдрома, возникают неблагоприятные изменения самочувствия, повышение раздражительности, утомляемости, снижение работоспособности, нарушение сна, изменение температурной кривой, чрезмерная потливость, лабильность пульса, артериального давления и пр. Могут наблюдаться обострения патологических проявлений в сопутствующих очагах. Отрицательные реакции можно выявлять и контролировать их развитие

на основании изменения морфологического состава крови и результатов биохимических, гормональных и электрофизиологических исследований.

Для *очаговой (местной)* реакции при воздействиях на воротниковую зону, шейных симпатических узлов, глаз или эндоназально характерны нарушение церебральной гемодинамики, головные боли, головокружения, иногда меньероподобные приступы, набухание слизистой оболочки носа, стойкая гиперемия, лабильность вазомоторов лица и воротниковой зоны. При воздействии на трусиковую зону, а также при вагинальных и ректальных процедурах очаговая патологическая реакция проявляется ациклическими кровянистыми выделениями из половых органов, дизурическими явлениями, усилением (либо появлением) болей в области малого таза.

В случае возникновения патологической реакции необходимо снизить интенсивность физического фактора, изменить методику его применения или сделать перерыв в лечении на 1-2 дня. При функционально-динамических нарушениях со стороны центральной нервной системы или индивидуальной непереносимости для выявления конкретного физического фактора, вызывающего неблагоприятную реакцию, следует провести так называемую псевдопроцедуру с соблюдением всех внешних условий методики лечения, но без воздействия физическим фактором.

При применении адекватных методов физиотерапии, соответствующих динамике патологического процесса, необходимо стремиться к этапному использованию различных физических факторов.

При проведении физиотерапии необходимы систематический врачебный контроль за ответными реакциями организма, их правильная клиническая оценка. Для своевременного изменения параметров физических факторов необходимо ориентироваться на клинические и лабораторные показатели состояния больного (частоту и наполнение пульса, артериальное давление, частоту дыхания, состояние кожных покровов и их окраску, потоотделение, анализы крови, мочи, температурную кривую, ЭКГ и другие).

Этапное использование лечебных физических факторов подразумевает различные варианты их применения на разных стадиях восстановительного лечения больного и требует преемственности в проведении реабилитационных мероприятий, с учетом предшествующего и сопутствующего лечения больного. Наряду с этим, необходимо учитывать субъективное отношение

больного к назначенному методу физиотерапии и его готовность к лечению, так как число больных, подверженных плацебо-эффекту физиотерапии, достигает 30%. Соответственно, желанный больным метод физиотерапии часто оказывается наиболее эффективным. Необходимо также помнить о длительном последействии лечебных физических факторов. Повторные курсы физиотерапии необходимо проводить после уменьшения эффектов предыдущего лечения, через определенный промежуток времени.

Принцип комплексного лечений физическими факторами. Полисистемность патологического процесса диктует необходимость *комплексного* использования лечебных физических факторов. Оно осуществляется в двух основных формах: *сочетанной и комбинированной.* Сочетанное лечение предполагает одновременное воздействие на патологический очаг несколькими физическими факторами. При комбинированном лечении их применяют последовательно с различным временным интервалом, достигающим 1-2 суток или сменяющими друг друга курсами. Высокая эффективность комплексного лечения физическими факторами основана на их *синергизме, потенцировании, проявлении новых лечебных эффектов, а также увеличении продолжительности последействия физических факторов.*

Врач должен помнить и о *совместимости* различных физиотерапевтических процедур. Не рекомендуется назначение в один день двух общих процедур, последовательное использование факторов-антагонистов, угнетающих и возбуждающих центральную нервную систему (например, электросонтерапии и электрофореза кофеина). Недопустимо проведение разнонаправленных процедур (тепловых и охлаждающих), особенно при подострых и хронических воспалительных процессах, двух процедур на одну рефлексогенную или проекционную зону. Несовместимы в один день и на одно поле факторы, сходные по виду энергии (местная дарсонвализация и ультратонотерапия, СВЧ- и КВЧ-терапия), а также обладающие выраженным нейростимулирующим эффектом (диадинамотерапия, амплипульстерапия и флюктуоризация). При амбулаторном лечении количество физиотерапевтических процедур ограничивают, а при проведении больным сложных диагностических исследований, физиотерапию не проводят совсем. Необходимо также помнить о несовместимости применения на одно поле электро- и лазеротерапии, высокочастотной электро- и магнитотерапии, а также

различных видов фототерапии. Не рекомендуют также сочетание различных физиотерапевтических процедур с акупунктурой.

Итак, для обоснованного и рационального использования физических факторов в комплексе лечебных мероприятий важное значение имеют принципы корректного назначения физиотерапевтических процедур.

Рекомендуемая литература

Азов С.Х. Методологические основы физиотерапии. Ставрополь: СМИ, 1991.

Киричинский АР. Рефлекторная физиотерапия. К.: Госмедиздат УССР, 1959.

Комарова Л. А, Егорова Г.И. Сочетанные методы аппаратной физиотерапии и бальнеотеплолечения. СПб, 1994.

Курортология и физиотерапия: Руководство / Под ред. В.М.Боголюбова: в 2-х томах. М.: Медицина, 1985.

Оранский И.Е. Природные лечебные факторы и биологические ритмы. М., Медицина, 1988.

Справочник по физиотерапии / Под ред. В.Г.Ясногородского. М.: Медицина, 1992,

Улащик В.С. Введение в теоретические основы физической терапии. Мн.: Навука і тэхжка, 1981.

Улащик В.С. Очерки общей физиотерапии. Мн.: Навука і тэхнка, 1994.

РАЗДЕЛ I, ЛЕЧЕБНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ПРИРОДЫ

ГЛАВА 1

ОСНОВЫ ЛЕЧЕБНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ИЗЛУЧЕНИЙ

ФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Электромагнитное поле (ЭМП) представляет собой форму материи, посредством которой осуществляется взаимодействие электрически заряженных частиц. В ЭМП выделяют две составляющие - электрическую и магнитную. Образуемые ими поля часто обозначают как *электрическое* (ЭП) и *магнитное* (МП). Первое из них формируется покоящимися заряженными телами, а второе движущимися зарядами, намагниченными телами и переменным электрическим полем. Важнейшей силовой характеристикой электрического поля является его напряженность Е, единицей измерения которой является Вм~[1], а магнитного - магнитная индукция В, которая измеряется в теслах (Тл). Размерностью теслы является Всм"[2].

Формирующиеся при неравномерном движении и взаимодействии зарядов в какой-либо области среды электромагнитные поля распространяются в пространстве в виде электромагнитных волн. Вокруг источника электромагнитных колебаний выделяют две зоны: ближнюю (зону несформировавшейся волны) и дальнюю (зону сформировавшейся волны). Граница между ними проходит на расстоянии длины волны. В зависимости от формы источника на больного, расположенного в ближней зоне, будет

воздействовать преимущественно электрическая или магнитная составляющие электромагнитного поля (электрическое или магнитное поле), а в дальней - электромагнитное излучение.

В природе и технике встречаются электромагнитные поля различных типов, совокупность которых образует спектр электромагнитных излучений. В соответствии с Международным регламентом радиосвязи (1976) и ГОСТ 24375-80 он разделен по длинам волн и частотному диапазону на различные области. В физиотерапии используют не все из них, а преимущественно электромагнитные поля радиоволнового и оптического диапазонов (табл.1).

Образовавшееся в процессе излучения электромагнитное поле уносит от системы зарядов (источника ЭМП) энергию, величина которой определяется вектором Пойнтинга П. Он характеризует направление переноса энергии от источника в конкретную точку пространства

$$П = E \times H \ [Вт \cdot м^{-2}], \qquad [1\text{-}1]$$

где H - вектор напряженности магнитного поля, связанный с вектором магнитной индукции B через магнитные проницаемости вакуума ($\mu_в$) и среды (μ) соотношением: $B = \mu_в \mu H$.

Количество электромагнитной энергии W, переносимой в единицу времени t через единицу поверхности площадью s, перпендикулярной направлению распространения излучения, характеризуется интенсивностью электромагнитного излучения ($\vec{I}$) или плотностью потока энергии (ППЭ), которое численно равно усредненному значению вектора Пойнтинга

$$I = П = W/st \ [Вт \cdot м^{-2}] \qquad [1.2].$$

При распространении электромагнитных волн в различных средах происходит их *отражение, преломление, рассеяние, поглощение, дифракция и интерференция.* Кроме того, в тканях организма снижается скорость распространения электромагнитных волн по сравнению с воздушной средой, а следовательно уменьшается и длина волны λ, которая в биологических тканях определяется преимущественно диэлектрическими свойствами составляющих их сред и определяется по формуле:

$$\lambda = c/f\varepsilon^{-1/2} \qquad [1.3]$$

где ε - диэлектрическая проницаемость биологических тканей, f - частота электромагнитных колебаний; с - скорость света в вакууме.

Таблица

Спектр электромагнитного излучения, используемого в физиотерапии

Вид излучения	Диапазон длин волн, м	Полоса частот, Гц
	Радиоволновое	
Крайне низкочастотное	$10^8 - 10^7$	3 - 30
Сверхнизкочастотное	$10^7 - 10^6$	30 - 300
Инфранизкочастотное	$10^6 - 10^5$	300 - 3000
Очень низкочастотное	$10^5 - 10^4$	$3 \cdot (10^3 - 10^4)$
Низкочастотное	$10^4 - 10^3$	$3 \cdot (10^4 - 10^5)$
Среднечастотное	$10^3 - 10^2$	$3 \cdot (10^5 - 10^6)$
Высокочастотное	$10^2 - 10$	$3 \cdot 10^6 - 10^7)$
Очень высокочастотное	$10 - 1$	$3 \cdot (10^7 - 10^8)$
Ультравысокочастотное	$1 - 10^{-1}$	$3 \cdot (10^8 - 10^9)$
Сверхвысокочастотное*	$10^{-1} - 10^{-2}$	$3 \cdot (10^9 - 10^{10})$
Крайне высокочастотное	$10^{-2} - 10^{-3}$	$3 \cdot (10^{10} - 10^{11})$
	Оптическое	
Инфракрасное:		
далекое	$10^{-3} - 5 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{11} - 6 \cdot 10^{12}$
среднее	$5 \cdot 10^{-5} - 2{,}5 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{12} - 1{,}2 \cdot 10^{14}$
ближнее	$2{,}5 \cdot 10^{-6} - 7{,}6 \cdot 10^{-7}$	$(1{,}2 - 3{,}95) \cdot 10^{14}$
Видимое:		
красное	$(7{,}6 - 6{,}2) \cdot 10^{-7}$	$(3{,}95 - 4{,}8) \cdot 10^{14}$
оранжевое	$(6{,}2 - 5{,}9) \cdot 10^{-7}$	$(4{,}8 - 5{,}1) \cdot 10^{14}$
желтое	$(5{,}9 - 5{,}8) \cdot 10^{-7}$	$(5{,}1 - 5{,}2) \cdot 10^{14}$
зеленое	$(5{,}8 - 5{,}1) \cdot 10^{-7}$	$(5{,}2 - 5{,}9) \cdot 10^{14}$
голубое	$(5{,}1 - 4{,}8) \cdot 10^{-7}$	$(5{,}9 - 6{,}3) \cdot 10^{14}$
синее	$(4{,}8 - 4{,}5) \cdot 10^{-7}$	$(6{,}3 - 6{,}7) \cdot 10^{14}$
фиолетовое	$(4{,}5 - 4{,}0) \cdot 10^{-7}$	$(6{,}7 - 7{,}5) \cdot 10^{14}$
Ультрафиолетовое:		
длинноволновое	$(4 - 3{,}2) \cdot 10^{-7}$	$(7{,}5 - 9{,}4) \cdot 10^{14}$
средневолновое	$(3{,}2 - 2{,}8) \cdot 10^{-7}$	$(9{,}4 - 10{,}7) \cdot 10^{14}$
коротковолновое	$(2{,}8 - 1{,}8) \cdot 10^{-7}$	$(1{,}07 - 1{,}7) \cdot 10^{15}$

* В физиотерапии к СВЧ-колебаниям традиционно относят колебания в частотном диапазоне 300 МГц-3 ГГц (область дециметровых и сантиметровых волн).

Интенсивность высокочастотного электромагнитного излучения при его распространении в тканях экспоненциально убывает с расстоянием (закон Бугера). Расстояние, на котором силовая характеристика поля убывает в e (2,7 раз), а величина электромагнитной энергии уменьшается в e^2 (приблизительно в 7,3 раз), называется *глубиной проникновения* (проникающей способностью) электромагнитного излучения в данную среду (рис. 1). Основной вклад в уменьшение интенсивности электромагнитного излучения вносит поглощение электромагнитной энергии в тканях.

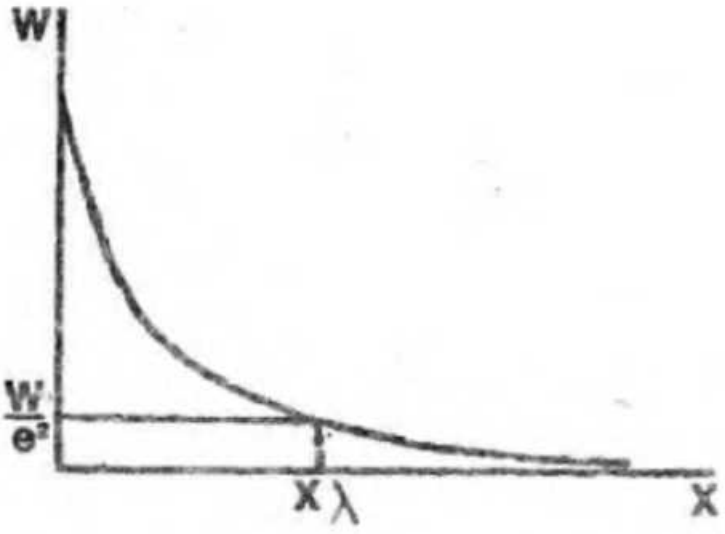


Рис. 1. Проникающая способность электромагнитного излучения.
По оси абсцисс расстояние x, по оси ординат - электромагнитная энергия, W; Xx-глубина проникновения излучения.

Значительная часть электромагнитной энергии накапливается в системах заряженных частиц или индуцирует их перемещение. Степень преобразования различными тканями организма энергии электромагнитного поля в электрическую определяется их емкостным сопротивлением, а в магнитную - индуктивным. Индуктивное сопротивление при расчете импеданса живых тканей (полного сопротивления переменному току) не учитывают, и он имеет только две составляющих — активное сопротивление и реактивное (емкостное). По мере увеличения частоты воздействующего электромагнитного поля емкостное сопротивление и импеданс биологический тканей уменьшаются. В результате увеличивается сила тока, проходящего через различные органы и ткани.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТКАНЕЙ ОРГАНИЗМА

Электрические свойства живых тканей

Характер взаимодействия электромагнитных полей с различными тканями организма определяется их электрическими и магнитными свойствами. Параметрами этих свойств являются *удельная электропроводность* Λ, характеризующая концентрацию и подвижность свободных заряженных частиц биологических тканей, а также их *диэлектрическая* (ε) и *магнитная* (μ) *прони-*

цаемости. Они показывают степень уменьшения силовых характеристик электрического и магнитного полей в "различных тканях по сравнению с вакуумом. На основе этих параметров можно рассчитать силовые характеристики электромагнитного поля в тканях и количественно оценить процессы, происходящие при взаимодействии ЭМП с биологическими тканями.

В состав различных тканей и сред организма входят ионы, пространственно ориентированные полярные и неполярные макромолекулы различных линейных размеров и диполи воды. Разные ткани содержат их в неодинаковой пропорции, поэтому каждая из них обладает различными диэлектрическими свойствами и электропроводностью.

Электропроводность живых тканей определяется концентрацией ионов и их подвижностью. В межклеточной жидкости с максимальным содержанием носителей тока - ионов удельная электропроводность достаточно высока и составляет 1 $См \cdot м^{-1}$ (Сименс на метр). Напротив, в цитозоле, содержащем органеллы и крупные белковые макромолекулы, она понижается до 0,003 $См \cdot м^{-1}$ Удельная электропроводность плазмолеммы и внутриклеточных мембран, составляющих до 50% массы клетки, еще ниже — (1-3)-10^{-5} $См \cdot м^{-1}$

Из-за малого количества межклеточной жидкости и выраженной компартментализации последних (существенно ограничивающей подвижность содержащихся в них ионов), удельная электропроводность целых органов и тканей существенно меньше, чем составляющих их сред. Ее наибольшие величины (0,6-2,0 $См \cdot м^{-1}$) имеют жидкие среды организма (кровь, лимфа, желчь, спинномозговая жидкость, моча), а также мышечная ткань (0,2 $См \cdot м^{-1}$). Напротив, удельная электропроводность костной, жировой, нервной ткани, а в особенности грубоволокнистой соединительной ткани и зубной эмали значительно ниже -10^{-3}-10^{-6} $См \cdot м^{-1}$.

Электропроводность кожи зависит от ее толщины, состояния дериватов и содержания воды. Толщина эпидермиса большинства участков тела составляет 0,07-0,12 мм, а на ладонных поверхностях кистей и подошвенных поверхностях стоп достигает 0,8-1,4 мм. Содержание воды в поверхностном слое составляет всего 10% от массы клеток, тогда как в нижележащих слоях достигает 70%. Площадь потовых и сальных желез, волосяных фолликулов на разных участках тела неодинакова и составляет 0,5% поверхности кожных покровов. С учетом этих особенностей удельная электропроводность отдельных участков кожи существенно различается и составляет 10^{-3}-$2 \cdot 10^{-2}$ $См \cdot м^{-1}$. Известно, что сухая

кожа является плохие проводником электрического тока, тогда как влажная проводит его хорошо.

Диэлектрическая проницаемость характеризует способность к пространственному смещению структур биологических тканей и образованию обьемного дипольного момента (поляризации). Она обусловлена преимущественно связанными зарядами, полярными и неполярными макромолекулами различных линейных размеров и диполями воды. Диэлектрическая проницаемость различных биологических тканей составляет 10^3 -10^6 **отн. ед.**

Приведенные величины удельной электропроводности и диэлектрической проницаемости измерены для постоянного электрического поля. Между тем кардинальной особенностью организма человека является *дисперсия* электрических свойств его тканей, связанная с состоянием заряженных частиц при действии электромагнитных полей различной частоты (рис. 2).

На низких частотах (до 10^3 Гц) клетки практически полностью экранируют электромагнитное поле, которое не проникает внутрь них и не вызывает перемещения внутриклеточных ионов. Увеличение удельной электропроводности тканей с нарастанием частоты (рис. 2А) обусловлено тем, что электромагнитные поля частотой 10^4-10^8 Гц воздействуют и на внутриклеточные структуры, что определяет участие в суммарной электропроводности тканей как ионов интерстиция, так и цитозоля (рис. 2А). На более высоких частотах микроструктуры цитозоля не успевают следовать за изменениями ЭМП и нарастание удельной электропроводности происходит здесь, вероятно, за счет ориентационных смещений молекул свободной воды, вклад которой в суммарную проводимость тканей экспериментально определить весьма сложно.

В дисперсионной зависимости диэлектрической проницаемости (рис. 2Б) также выделяют несколько областей дисперсии, что указывает на различие механизмов поляризации тканей в разных частотных диапазонах ЭМП. Каждый из механизмов поляризации характеризуется своей *частотой (характеристической частотой релаксации),* вблизи которой запаздывание смещения (поворота) различных клеточных и субклеточных структур и биологических молекул относительно динамики ЭМП минимально. В этих областях диэлектрическая проницаемость изменяется наиболее резко. Выделяют три области дисперсии диэлектрической

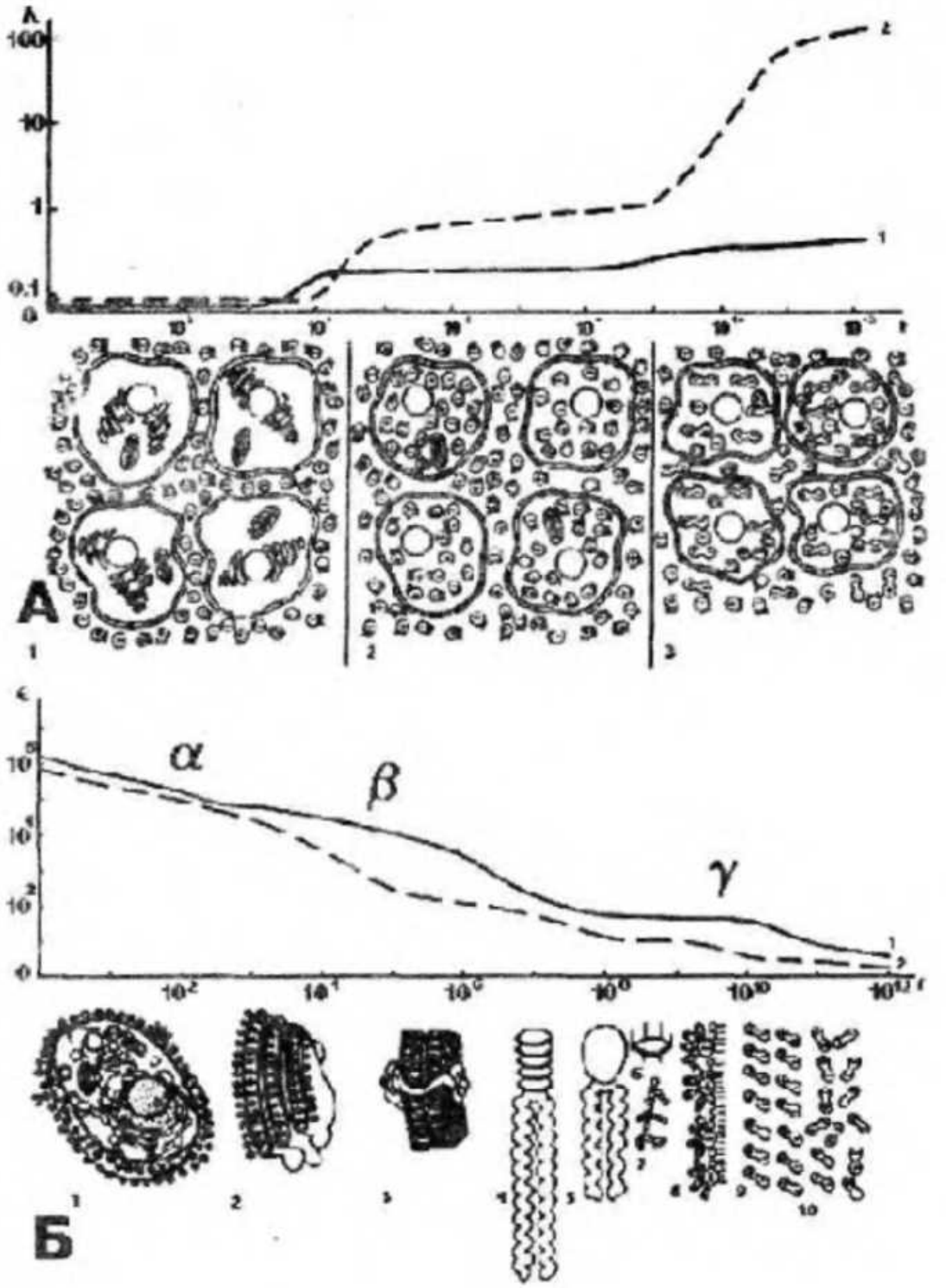


Рис. 2. Частотная зависимость удельной электропроводности (А) и диэлектрической проницаемости (Б) тканей теплокровных при температуре 37° С.
1 - ткани, богатые водой; 2 - ткани, бедные водой.
Структуры, избирательно поглощающие энергию ЭМП. А. 1 - ионы интерстиция; 2 - ионы интерстиция и цитозоля; 3 - ионы и диполи интерстиция и цитозоля. Б. 1- двойной электрический слой плазмолеммы; 2 - компартменты; 3 - интегральные белки мембран; 4 - гликолипиды и гликопротеиды; 5 - фосфолипиды; 6 - сахара; 7 - белковые цепи; 8 - диполи связанной воды; 9 - диполи свободной воды; 10 - беспорядочные колебания диполей воды.По оси абсцисс частота электромагнитного поля, f, Гц; по оси ординат А - удельная электропроводность, Λ, См $\cdot$ м$^{-1}$; Б - диэлектрическая проницаемость, ε, отн.ед.

проницаемости — α, β и γ (рис. 2Б), которые соответствуют характеристический частотам релаксации 80, $3 \cdot 10^5$ и $2 \cdot 10^{10}$ Гц.

Область *α-дисперсии* диэлектрической проницаемости обусловлена поляризацией клеток и компартмелтов. В ней участвует двойной электрический слой, формирующийся вблизи поверхности мембран (рис. 2Б). Одна его часть образована отрицательными зарядами гидроксильных и карбоксильных групп мембранных гликопротеидов, а вторая - электрически связанными с ними подвижными положительными зарядами (противоионами). При наложении внешнего ЭМП последние смещаются вдоль поверхности мембраны и увлекают за собой приповерхностный относительно клетки слой воды. Этот феномен и определяет макроскопическую поверхностную поляризацию клеток. Область *β-дисперсии* (охватывающая частоты 10^4-10^8 Гц) обусловлена структурной поляризацией клеточных мембран, в которой участвуют белковые макромолекулы, а на ее верхней границе глобулярные водорастворимые белки, фосфолигшды и мельчайшие субклеточные структуры. Участок у-дисперсии соотносят с процессами ориентационного поворота (смещения) молекул свободной и связанной воды (соответственно на частотах 10^8-10^9 Гц и $2*10^{10}$ Гц), а также низкомолекулярных веществ типа Сахаров и аминокислот (в частотном интервале 10^9-10^{10} Гц).

При анализе механизмов биологического действия электромагнитных полей необходимо учитывать, что их проникающая способность на разных частотах ЭМП обусловлена прежде всего электропроводящими свойствами различных тканей организма, а не характеристиками поляризации.

Магнитные свойства живых тканей

Б" отличие от электрического поля, биологические ткани ослабляют внешнее магнитное поле в очень малой степени (порядка 10^{-5}). Большинство из них относится к *диамагнетикам* (сумма магнитных моментов составляющих их биологических молекул равна нулю), которые слабо преобразуют энергию магнитного поля. Так, например, энергия магнитного поля, поглощаемая плазмолеммой, не превышает 10^{-16} Дж. Магнитная проницаемость клеток и практически всех жидкостей организма составляет 0,99995. Лишь некоторые вещества, входящие в состав различных структур организма (кислород, соли железа, некоторые гидроперекиси и радикалы), имеют собственный магнитный момент, не зависящий от внешнего магнитного поля. Та-

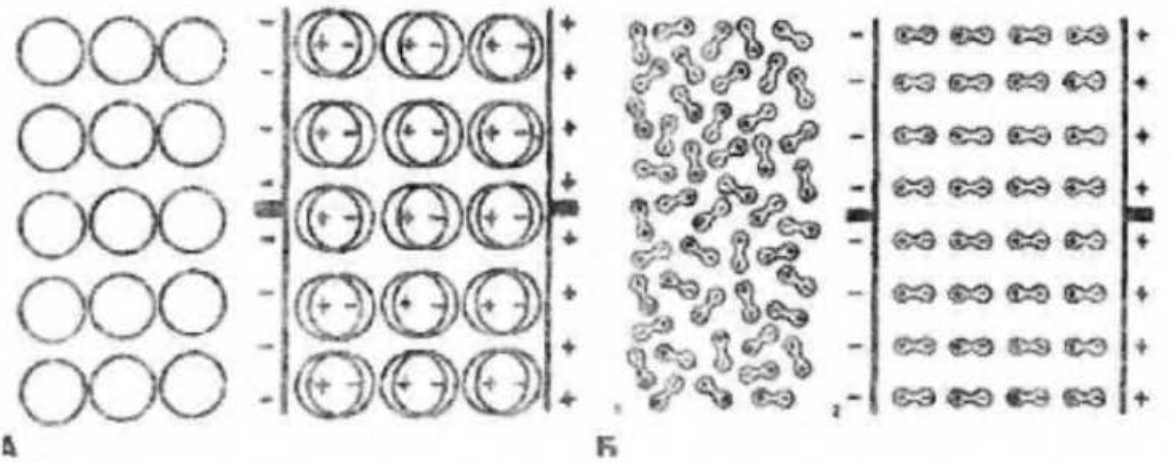


Рис. 3. Схема поляризации биологических молекул в электрическом поле.
А - электронная поляризация неполярных биологических молекул; Б - ориентационкое смещение полярных биологических молекул.

кие низкомолекулярные соединения относят к *парамагнетикам,* магнитная проницаемость которых составляет 1,00005. Различие магнитных проницаемостей диа- и парамагнетиков существенно не изменяет характера взаимодействия последних с внешним магнитным полем, так как их величины имеют одинаковый порядок.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ИЗЛУЧЕНИЙ С ОРГАНИЗМОМ

Под действием ЭМП радиочастотного диапазона в различных тканях и средах организма происходит направленное перемещение заряженных частиц ионов, а также перераспределение электрических зарядов и формирование объемного дипольного момента (поляризация тканей). Упорядоченное и направленное движение ионов в тканях создает в них ток проводимости. Индивидуальные процессы частотнозависимой поляризации субклеточных структур и клеток, а также колебательного смещения диполей воды и биологических макромолекул во внешнем ЭМП формируют ток смещения.

Известно, что основной характеристикой взаимодействующего с организмом ЭМП является удельная поглощенная мощности. Однако методы ее непосредственного измерения в [illegible] громоздки и в физиотерапии практически не используются. Исходя из

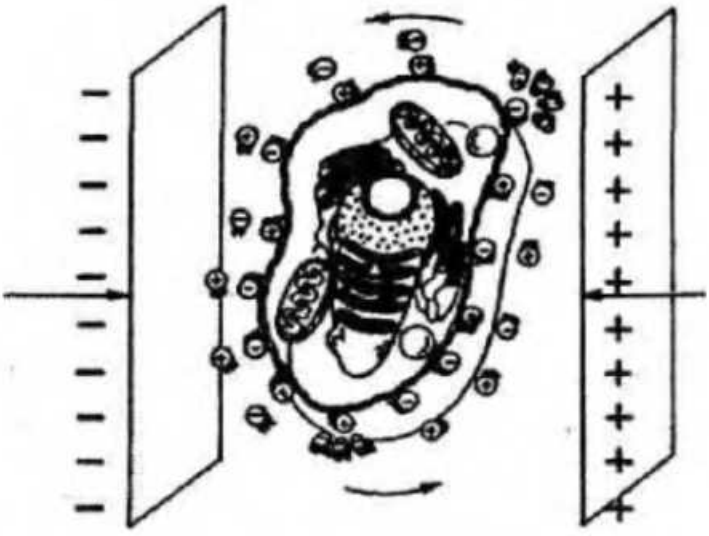


Рис. 4. Схема вращательного перемещения клетки в постоянном электрическом поле.

этого дозирование процедур включает совокупность методов определения тех характеристик ЭМП, от которых зависят лечебные эффекты в организме.

Постоянные электрические поля вызывают однонаправленные движения ионов к полюсам. Кроме того, происходит смещение электронных облаков атомов и молекул *{электронная поляризация,* рис. 3А) или ориентация дипольных молекул *{ориентационное смещение,* рис. 3Б). В результате перераспределяется содержание ионов в компартментах различных гканей. За счет движения связанных ионов возможно и вращательное смещение клеток в ЭП {рис. 4). -

Переменные электромагнитные поля вызывают разнонаправленные маятникообразные движения ионов и колебательные смещения дипольных молекул, поляризация которых пропорциональна электрической напряженности поля, а также зависит от его частоты и линейных размеров биологических молекул.

Биологические эффекты ЭМП низкой частоты ($f << 10^5$ Гц) обусловлены преимущественно током проводимости, основными носителями которого являются ионы. Однако плотность тока в тканях при наведении в них внешнего ЭМП ничтожно мала и не превышает $2{,}3 \cdot 10^{-3}$ А·м$^{-2}$ в интерстиции и 10^{-6} А·м$^{-2}$ в плазмолемме. При подведении к поверхности тела ЭМП с помощью электродов-антенн (металлических проводников с высокой удельной электропроводностью) в теле человека возникают значительные токи проводимости, способные вызвать изменение функциональных свойств нервной и мышечной тканей организма, клетки которых обладают возбудимыми мембранами.

Пороговое значение тока проводимости, вызывающее возбуждение нервной и мышечной тканей, определяется частотой воз-

действующего ЭМП. С ее увеличением пороговая величина тока нарастает, и, начиная с частоты $3 \cdot 10^3$ Гц, при приложении переменного тока к коже человека возбуждения его нервов и мышц не возникает. В силу малого поглощения электромагнитной энергии в низкочастотном диапазоне не происходит и заметного нагрева тканей, так как выделяемое тепло существенно меньше метаболической теплопродукции организма ($1{,}3$ Вт·кг$^{-1}$) и не превышает мощности рассеяния тепловой энергии биологическими тканями.

Напротив, электромагнитные излучения высокой частоты, помимо токов проводимости, вызывают в организме значительные токи смещения. Последние определяют преобразование электромагнитной энергии в тепловую, в основном за счет колебательно-вращательного смещения ориентирующихся во внешнем ЭМП биологических макромолекул и диполей воды. Физиологические механизмы теплоотдачи организма (теплопроводность, конвекция, испарение и излучение) не компенсируют возникающую в высокочастотном диапазоне теплопродукцию, в результате чего происходит нагревание облучаемых тканей организма. В частотном диапазоне 10^6-$2 \cdot 10^7$ Гц как ток проводимости, так и ток смещения способны вызывать гипертермию. Напротив, в частотном диапазоне ЭМП, превышающем $2 \cdot 10^7$ Гц, ведущую роль в нагревании тканей играет ток смещения.

Кроме того, в тканях с высоким содержанием воды длина электромагнитных волн уменьшается в 6,5-8,5 раз по сравнению с воздухом. В тканях с низким содержанием воды указанные закономерности выражены существенно меньше и длина волны уменьшается в 2-2,5 раза. Таким образом, на частотах **ЭМП** выше $3 \cdot 10^8$ Гц длина волны электромагнитного излучения меньше размеров тела человека, что обусловливает возможность только *локального* воздействия электромагнитных излучений сверхвысокой частоты на организм больного.

В силу высокой диэлектрической проницаемости тканей с большим содержанием воды коэффициент поглощения энергии электромагнитных волн в них в 60 раз выше, а проникающая способность в 10 раз меньше, чем в тканях с малым содер-жанием воды в областях α **и** β-дисперсии диэлектрической проницаемости.

Вокруг распространяющихся в тканях организма токов формируются магнитные поля. Максимальная величина магнитной индукции в тканях с высокой электропроводностью, находящихся в переменном **ЭМП,** не превышает 10^{-10} Тл в интерстиции и 10^{-13} Тл в плазмолемме. Анализ величин магнитной индукции позволя-

ет заключить, что такие поля не могут эффективно взаимодействовать с биологическими молекулами различных тканей организма'и их влиянием можно пренебречь.

При помещении в постоянное магнитное поле тканей организма входящие в их состав надмолекулярные жидкокристаллические структуры ориентируются относительно вектора магнитной индукции. В результате такого ориентационного смещения формируются собственные магнитные поля надмолекулярных комплексов, направленные, в соответствии с правилом Ленца, против внешнего магнитного поля и ослабляющие его. Такой диамагнитный эффект наиболее выражен в фосфолипидных компонентах биологических мембран. Вследствие этого в них возникает собственный механический вращающий момент, и они способны перемешаться в мембранах и цитозоле. Вместе с тем, в силу выраженной вязкости цитоплазмы и компартментализации клеток, амплитуда таких перемещений не может быть значительной.

Сегодня большинство авторов при рассмотрении гипотез механизмов взаимодействия переменного магнитного поля с организмом считают одним из его ведущих действующих факторов *вихревое электрическое поле,* возникающее вследствие электромагнитной индукции. Вектора напряженности электрических полей, индуцируемых в биологических тканях переменными магнитными полями, всегда направлены перпендикулярно векторам магнитной индукции, а их силовые линии имеют форму замкнутых витков вихрей. В модельных экспериментах напряженности вихревых электрических полей, индуцированных магнитным полем частотой 50 Гц и индукцией 10 Тл в поверхностных тканях организма, достигают 22-42 $В·м^{-1}$. Электрические поля такой напряженности способны вызвать перемещение заряженных частиц через мембрану, что существенно изменяет их поляризацию и активирует биофизические и биохимические процессы в различных тканях организма

Плотность распределения индуцированного электрического поля, определяемая топографией его силовых линий (касательные к которым определяют направление вектора Е в каждой точке организма), пропорциональна напряженности магнитного поля и зависит от направления вектора магнитной индукции (рис. 5). На результирующую картину индуцируемого электрического поля в организме оказывают влияние и потенциальные электрические поля, возникающие в результате взаимодействия заряженных частиц с вихревыми электрическими полями на границах раздела проводящих и слабопроводящих тканей.

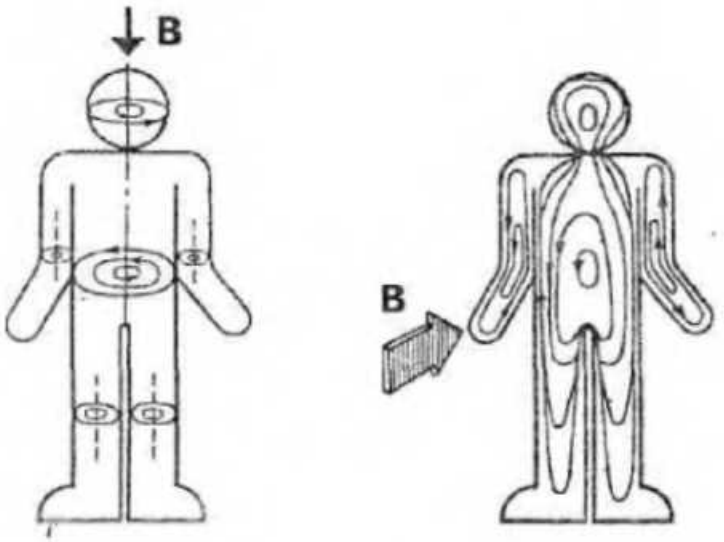


Рис. 5. Распределение электрического поля и вихревых токов, индуцированных переменным магнитным полем, в теле человека при различном направлении вектора магнитной индукции .
В - вектор магнитной индукции

Указанные особенное™ приводят к изменению жидкокристаллического состояния фоофолипидных компонентов биологических мембран, снижению электрокинегического (ζ, дзета-) потенциала и индуции фазовых гель-золь переходов в цитоплазме клеток. Таким образом, переменные магнитные поля способны модулировать физико-химические свойства, а также метаболическую и ферментативную активность клеток и тканей организма С повышением частоты магнитного поля возникающие вихревые токи эффективно поглощаются проводящими тканями, что может вызвать их значительный нагрев.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЛЕЧЕБНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ФАКТОРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ПРИРОДЫ

Воздействие электромагнитных полей на организм человека может осуществляться как через различные физические среды (например, воздух, воду), так и путем непосредственного контакта тканей с находящимися под напряжением металлическими проводниками (электродами). В связи с этим методы лечебного использования электромагнитных полей и излучений по взаиморасположению их источника и организма условно могут быть разделены на *контактные и дистантные.* В первом случае говорят о воздействии на больного электрического тока, который может изменяться по силе, направлению, форме и частоте. В методах второй группы при расположении больного в ближней зоне на него воздействуют электрическое и магнитное поля, а в дальней - электромагнитные излучения, которые также могут изменяться по амплитуде силовых характеристик, форме и частоте (табл. 2).

Таблица 2

Методы лечебного применения электромагнитных полей и излучений

Вид и характер полей	Методы лечебного применения
Постоянные электрические токи	
Непрерывные	Гальванизация
	Лекарственный электрофорез
Импульсные	Электросонтерапия
	Транскраниальная электроанальгезия
	Электростимуляция
	Диадинамотерапия
	Короткоимпульсная электроанальгезия
Переменные электрические токи	
Низкой частоты	Амплипульстерапия
	Интерференцтерапия
	Флюктуоризация
	Ультратонотерапия
Средней частоты	Местная дарсонвализация
Электрическое поле	
Постоянное	Франклинизация
Импульсное	Инфитатерапия
	Электростатический массаж
Высокой и ультравысокой частоты	УВЧ-терапия
Магнитное поле	
Постоянное	Постоянная магнитотерапия
Импульсное	Импульсная магнитотерапия
Низкой частоты	Низкочастотная магнитотерапия
Высокой частоты	Высокочастотная магнитотерапия
Электромагнитное излучение радиочастотного диапазона	
Сверхвысокой частоты	СВЧ-терапия
- дециметровое	- дециметроволновая терапия
- сантиметровое	- сантиметроволновая терапия
Крайне высокой частоты	КВЧ-терапия

Рекомендуемая литература

Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека: Справочник. Киев.: Наукова думка, 1990.

Введенский В.Л., Ожогин В.И. Сверхчувствительная магнитометрия и биомагнетизм. М.: Наука, 1986.

Давыдова Б.И., Тихончук В.С., Антипов В.В. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений. М.: Энергоатомиздат, 1984.

Демецкий А.М., Чернов В.Н., Попова Л.И. Введение в медицинскую магнитологию. Р/Д., 1991.

Исмаилов Э.Ш. Биофизическое действие СВЧ-излучений. М.: Энергоатомиздат, 1987.

Кузнецов А.Н. Биофизика низкочастотных электромагнитных воздействий. М., 1994.

Кузнецов А.Н. Биофизика электромагнитных воздействий (Основы дозиметрии). М.: Энергоатомиздат, 1994.

ГЛАВА 2

ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПОСТОЯННОГО И ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

ЭЛЕКТРОТЕРАПИЯ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ

Гальванизация

Гальванизация - лечебное применение постоянного электрического тока.

Под действием приложенного к тканям внешнего электромагнитного поля в них возникает *ток проводимости.* Положительно заряженные частицы (катионы) движутся по направлению к отрицательному полюсу (катоду), а отрицательно заряженные (анионы) - к положительно заряженному полюсу (аноду). Подойдя к металлической пластине электрода, ионы восстанавливают свою наружную электронную оболочку (теряют свой заряд) и превращаются в атомы, обладающие высокой химической активностью *(электролиз)* (рис. 6). Взаимодействуя с водой, эти атомы образуют продукты электролиза. Под анодом образуется кислота (HCl), а под катодом - щелочь (KOH, NaOH). Один из вариантов таких реакций представлен на схеме

$$H_2 + NaOH \Leftarrow 2\,H_2O + Na^{\cdot} \,|\leftarrow Na^{+}\;\; Cl^{-}\rightarrow|^{+}\, 4Cl + 2\,H_2O \Rightarrow 4HCl + O_2$$

Продукты электролиза являются химически активными веществами и в достаточной концентрации могут вызвать химический ожог подлежащих тканей. Для его предотвращения под электродами размещают смоченные водой *прокладки,* что позволяет добиться достаточного разведения химически активных соединений.

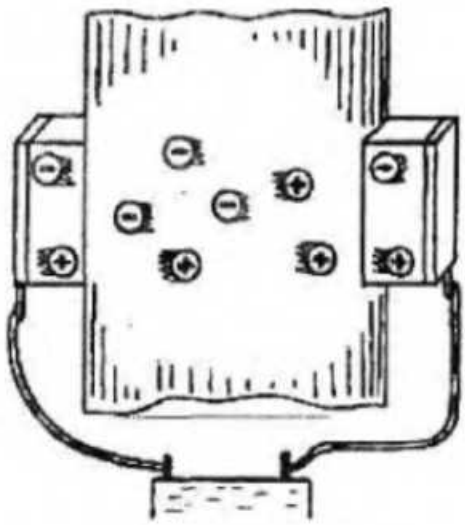
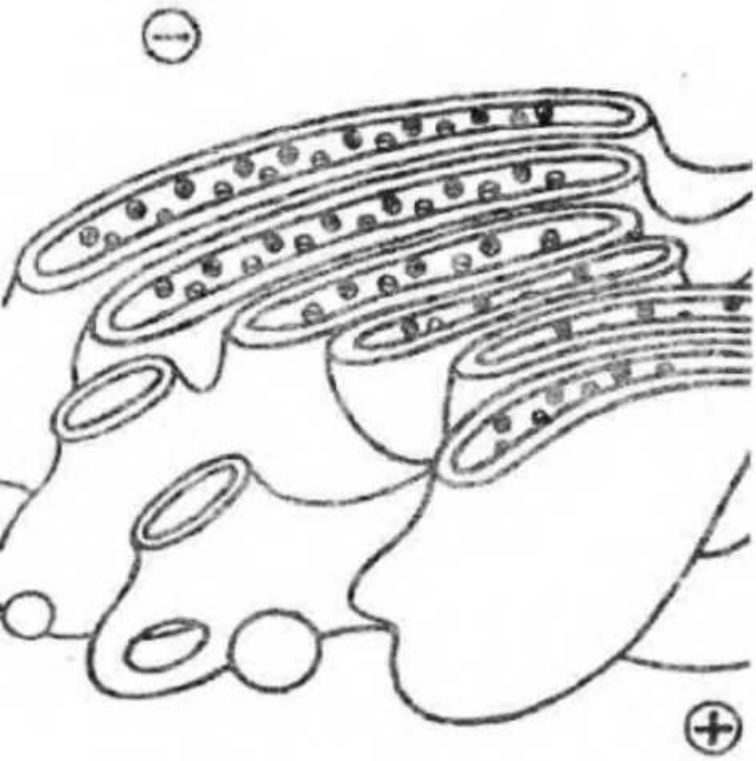


Рис.6. Схема электролиза.

Плотность тока проводимости определяется напряженностью электромагнитного поля и зависит от электропроводности тканей. В силу низкой электропроводности кожи движение заряженных частиц в подлежащие ткани происходит в основном по выводным протокам потовых желез и волосяных фолликулов и - в наименьшей степени - через межклеточные пространства эпидермиса и дермы. В глубжерасположенных тканях максимальная плотность тока проводимости наблюдается в жидких средах организма: крови, моче, лимфе, интерстиции, перинервальных пространствах. Напротив, через плазмолемму проходит тысячная доля тока проводимости, а перемещения ионов в клетке ограничены чаще всего пространством компартмента. Следует учитывать, что электропроводность тканей увеличивается при сдвигах их кислотно-основного равновесия, возникающих вследствие воспалительного отека, гиперемии и пр.

Различия в электрофоретической подвижности ионов обусловливают локальные изменения содержания ионов одинакового знака на различных поверхностях клеточных мембран, вследствие чего в компартменте происходит образование виртуальных (промежуточных, кратковременных) полюсов (рис. 7) и локального противотока ионов. В результате возникает скопление ионов противоположного знака по обеим сторонам клеточных мембран, межтканевых перегородок и фасций.

Перемещение ионов под действием постоянного электрического тока вызывает изменение их нормального соотношения в клетках и межклеточном пространстве. Такая динамика ионной конъюнктуры особенно влияет на плазмолемму возбудимых тканей, изменяя их *поляризацию.* Вместе с тем следует учитывать, что пороговая чувствительность нервных волокон к постоянному



Ркс, 7. Образование виртуальных полюсов на клеточных мембранах в постоянном электрическом поле.

току минимальна, по сравнению с другими видами токов (табл. 3).

Таблица 3

Пороговая чувствительность нервных проводников кожи и слизистых оболочек к различным видам электрических токов, мА (по Азову С.Х., 1991)

Вид тока	Кожа	Слизистые оболочки
Постоянный	3,05 ± 0,19	2,3 ± 0,2
Диадинамический	0,93 ± 0,12	0,6 ± 0,05
Синусоидальный модулированный	2,33 ± 0,17	2,23 ± 0,19
Флюктуирующий	1,73 ± 0,14	1,67 ± 0,12

Под катодом при действии постоянного тока сначала происходит снижение потенциала покоя при неизменном критическом уровне деполяризации (КУД) возбудимых мембран (рис. 8А). Оно обусловлено инактивацией потенциалзависимых калиевых ионных каналов и приводит к частичной деполяризации возбудимых мембран (физиологический *катэлектротон).* Вместе с тем, при длительном воздействии тока происходит инактивация и потенциалзависимых натриевых ионных каналов, что приводит к позитивному смещению КУД и уменьшению возбудимости тканей. Под анодом возникает активация потенциалзависимых калиевых

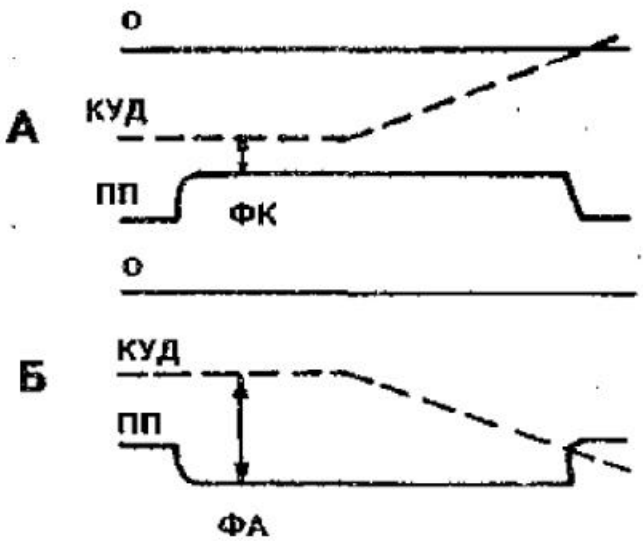


Рис. 8. Динамика потенциала покоя (ПП) и критического уровня деполяризации (КУД) при длительном воздействии постоянного тока.

А - под катодом (при подпороговой деполяризации), Б - под анодом (при подпороговой гиперполяризации). ФК - физиологический катэлектротон; ФА - физиологический анэлектротон

ионных каналов. В результате возрастает величина потенциала покоя при неизменном КУД, что приводит к частичной гиперполяризации возбудимых мембран (физиологический *анэлектротон,* рис. 8Б). В последующем вследствие негативного смещения КУД, связанного с устранением стационарной инактивации некоторого количества натриевых каналов, возбудимость тканей возрастает.

Наряду с перемещением ионов электрический ток изменяет проницаемость биологических мембран и увеличивает пассивный транспорт через них крупных белковых молекул (амфолитов) и других веществ (явление *электродиффузии).* Кроме того, под действием электрического поля в тканях возникает разнонаправленное движение молекул воды, включенных в гидратные оболочки соответствующих ионов (главным образом, Na^+, K^+, Cl^-). Из-за того, что количество молекул воды в гидратных оболочках катионов больше, чем у анионов содержание воды под катодом увеличивается, а под анодом уменьшается *(электроосмос).*

Таким образом, постоянный электрический ток вызывает в биологических тканях следующие физико-химические эффекты: *электролиз, поляризацию, электродиффузию и электроосмос.*

При проведении гальванизации в подлежащих тканях активируются системы регуляции локального кровотока и повышается содержание биологически активных веществ (брадикинин, калликреин, простагландины) и вазоактивных медиаторов (ацетилхолин, гистамин), вызывающих активацию факторов расслабления сосудов (оксид азота и эндотелины). В результате происходит расширение просвета сосудов кожи и ее гиперемия. В ее генезе существенную роль играет и местное раздражающее

действие на нервные волокна продуктов электролиза, изменяющих ионный баланс тканей.

Расширение капилляров и повышение проницаемости их стенок вследствие местных нейрогуморальных процессов возникает не только в месте приложения электродов, но и в глубоко расположенных тканях, через которые проходит постоянный электрический ток. Наряду с усилением крово- и лимфообращения, повышением резорбционной способности тканей, происходит ослабление мышечного тонуса, усиление выделительной функции кожи и уменьшение отека в очаге воспаления или в области травмы. Кроме того, уменьшается компрессия болевых проводников, вследствие электроосмоса более выраженная под анодом.

Постоянный электрический ток усиливает синтез макроэргов в клетках, стимулирует обменно-трофические и местные нейрогуморальные процессы в тканях. Он увеличивает фагоцитарную активность макрофагов и полиморфноядерных лейкоцитов, ускоряет процессы регенерации периферических нервов, костной и соединительной ткани, эпителизацию вяло заживающих ран и трофических язв, а также усиливает секреторную функцию слюнных желез, желудка и кишечника.

В зависимости от параметров действующего тока, функционального состояния больного и избранной методики гальванизации, у больного возникают местные, сегментарно-метамерные или генерализованные реакции. Локальные ответы наблюдаются обычно в коже и частично в тканях и органах, расположенных в интерполярной зоне. Реакции более высокого порядка возникают при гальванизации рефлексогенных и паравертебральных зон, а также соответствующих сегментов и структур головного мозга.

Лечебные **эффекты:** *противовоспалительный (дренирующе-дегидратирующий), анальгетический, седативный (на аноде), вазодилятаторный, миорелаксирующий, метаболический, секреторный (на катоде).*

Показания. Заболевания периферической нервной системы (невралгии, невриты, плекситы, радикулиты), последствия травматических поражений головного и спинного мозга и их оболочек, функциональные заболевания центральной нервной системы с вегетативными расстройствами и нарушениями сна, гипертоническая болезнь I–II стадии, гипотоническая болезнь, заболеваня желудочно-кишечного тракта (хронический гастрит, язвенная болезнь Желудка и двенадцатиперстной кишки, хронический холецистит, гепатит, колит), заболевания опрно-двигательного аппарата (болезни суставов различной этиологии, остеохондроз позво-

ночника, болезнь Бехтерева), заболевания глаз, ЛОР-органов, кожи, хронические заболевания женских половых органов и др.

Противопоказании. Острые гнойные воспалительные процессы, расстройства кожной чувствительности, индивидуальная непереносимость тока, нарушение целостности кожных покровов в местах наложения электродов, экзема.

Параметры. С лечебной целью используют постоянный ток низкого напряжения (до 80 В) и небольшой силы (до 50 мА). При этом максимальный ток применяют при гальванизации конечностей (20-30 мА) и туловища (15-20 мА). На лице его величина обычно не превышает 3-5 мА, а на слизистых рта и носа - 2-3 мА.

В настоящее время для гальванизации используют аппарат Поток-1. С помощью трансформатора в нем снижается напряжение переменного тока до 60 В, выпрямление его полупроводниковым двухполупериодным выпрямителем и сглаживание пульсаций тока фильтрами. Постоянный ток подают на выходные клеммы аппарата. Его величину измеряют при помощи миллиамперметра с шунтом на 5 или 50 мА. Конструктивно аппарат Поток-1 состоит из корпуса, платы, на которой смонтированы все элементы схемы, и потенциометра. Его можно эксплуатировать как в настольном положении, так и закрепленным на стене.

В практике гальванизации используют также аппараты ГР-2 (для гальванизации полости рта) и Микроток (портативный с автономным питанием). Для проведения процедур гальванизации в четырехкамерных ваннах используют устройство ГК-2. За рубежом для гальванизации применяют аппараты Neuroton, Endomed и другие.

Методика. В зависимости от решаемых терапевтических задач используют методики местной и общей гальванизации, а также гальванизацию рефлекторно-сегментарных зон.

При *местной* гальванизации к участку тела больного подводят постоянный ток с помощью двух электродов, каждый из которых состоит из свинцовой пластинки (или токопроводящей углеграфитовой ткани) и гидрофильной прокладки. Используют электроды различной формы, площадью от 8-15 $см^2$ до 400-600 $см^2$. Гидрофильные прокладки толщиной 1-1,5 см (12-16 слоев фланели или бязи) смачивают теплой водой, отжимают и размещают на соответствующем участке тела. При помощи прокладок создают хороший контакт электрода с телом больного, и его кожа и слизистые предохраняются от воздействия продуктов электролиза (кислоты и щелочи). Форма гидрофильной прокладки должна

соответствовать форме металлической пластины электрода, Для предотвращения контакта металлической части электрода с кожей больного гидрофильная прокладка должна выступать со всех сторон за края пластины на 1-2 см.

Наряду с электродами прямоугольной формы для местной гальванизации применяют электроды в виде *полумаски* (для лица), *воротника* (для верхней части спины и надплечий), *стеклянных ванночек* (для глаза) или специальные *полостные электроды* (ректальный, вагинальный и др.). Провода (электродные шнуры) имеют на одном конце наконечник для соединения с одной из клемм аппарата, а на другом — пружинящий винтовой зажим или станиолевую пластинку (флажок) для подсоединения к металлической части электрода. Для присоединения электродов с вшитой графитизированной тканью используют специальные углеграфитовые контакты.

При проведении процедур гальванизации электроды на теле больного размещают *продольно* или *поперечно.* При продольном расположении электроды помещают на одной стороне тела и подвергают воздействию поверхностно расположенные ткани. При поперечном расположении электроды размещают на противоположных участках тела и воздействию подвергают глубоко расположенные органы и ткани. В ряде случаев применяют поперечно-диагональное размещение электродов. При использовании электродов различной площади меньший из них принято условно называть *активным,* а имеющий большую площадь - *индифферентным.* Для проведения некоторых процедур применяют 3 или 4 электрода, а также используют раздвоенные провода для одновременного соединения 2-х электродов с одной из клемм аппарата соответствующей полярности. На теле больного электроды фиксируют при помощи эластического или марлевого бинта, лейкопластыря или мешочков с песком. Процедуры гальванизации чаще всего проводят больным в положении лежа, иногда сидя в удобном положении.

Общую гальванизацию осуществляют при помощи четырехкамерных гальванических ванн (рис. 9). При этой процедуре больной погружает конечности в фаянсовые ванночки, заполненные теплой (36-37° С) водопроводной водой. На внутренней стенке каждой камеры находятся закрытые от прямого контакта с телом больного два угольных электрода. Провода от электродов соеди-



Рис. 9. Четырехкамернал гальваническая ванна.

няют с соответствующими полюсами аппарата для гальванизации, снабженного коммутатором для изменения направления подаваемого на больного электрического тока. Сила тока при данной процедуре достигает 30 мА.

Для гальванизации *рефлекторно-сегментарных зон* постоянным током воздействуют на паравертебральные зоны различных отделов позвоночника и соответствующие метамеры. Чаще всего применяют гальванизацию воротниковой и трусиковой зон (гальванический воротник и трусы по А.Е. Щербаку).

В первом случае один электрод площадью 1000-1200 $см^2$, выполненный в форме шалевого воротника, располагают на спине, надплечьях и ключицах больного (рис. 10А) и соединяют с положительным полюсом. Второй электрод (чаще соединенный с катодом) прямоугольной формы площадью 400-600 $см^2$ помещают в пояснично-крестцовой области. Процедуры продолжительностью 6 мин начинают с тока 6 мА. Через одну процедуру силу тока увеличивают на 2 мА, длительность воздействия на 2 мин, и доводят соответственно до 16 мА и 16 мин.

При гальванизации трусиковой зоны один электрод прямоугольной формы площадью 300 $см^2$ помещают в пояснично-крестцовой зоне и соединяют с анодом. Два других электрода (площадью 150 $см^2$ каждый) размещают на передней поверхности верхней половины бедер и соединяют раздвоенным проводом с катодом (рис. 10Б). Режимы тока и продолжительность процедур аналогичны предыдущей методике.

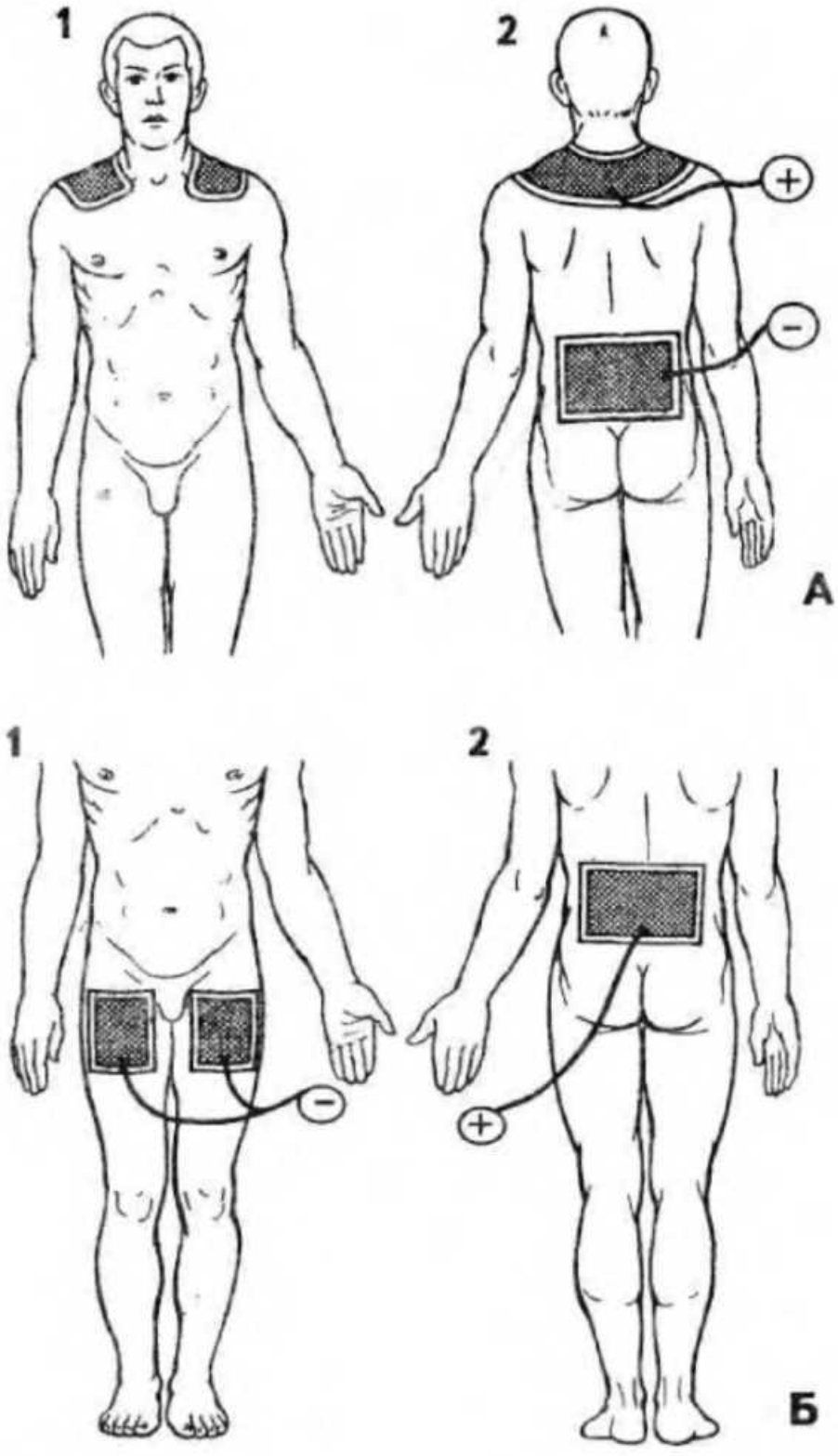


Рис. 10. Расположение электродов на передней (1) и задней (2) поверхностях тела при гальванизации воротниковой (А) и трусиковой (Б) зон (по А.Е.Щербаку)

Процедуры гальванизации сочетают с высокочастотной магнитотерапией *(гальваноиндуктотермия)*, грязелечением *(гальваногразелечение)*, акупунктурой *(гальваноакупунктура)*.

Подводимый к больному ток *дозируют* по плотности - отношению силы тока к площади электрода. Допустимая плотность тока при местной гальванизации не должна превышать 0,1 мА·см$^{-2}$. При общих и сегментарно-рефлекторных воздействиях допустимая плотность тока на порядок ниже - 0,01-0,05 мА·см$^{-2}$. Помимо объективных показателей, **для** дозирования используют и субъективные ощущения больного. Во время процедуры он должен чувствовать легкое покалывание (пощипывание) под электродами. Появление чувства жжения служит сигналом к снижению плотности подводимого тока.

Известно, что в основе большинства лечебных эффектов гальванизации лежит поляризация тканей, степень которой (согласно 1-му закону электролиза Фарадея) пропорциональна сум"ме переносимых зарядов. Исходя из этого, для предотвращения ионного дисбаланса тканей продолжительность гальванизации не должна превышать 20 - 30 мин и только для некоторых процедур ее увеличивают до 40 минут. На курс лечения обычно назначают 10-15 процедур. При необходимости повторный курс гальванизации проводят через 1 месяц.

Лекарственный электрофорез

Лекарственный электрофорез - сочетанное воздействие на организм постоянного электрического тока и вводимого с его помощью лекарственного вещества.

При использовании данного метода к перечисленным выше механизмам биологического действия постоянного тока добавляются лечебные эффекты введенного им конкретного лекарственного вещества Они определяются форетической подвижностью вещества в электромагнитном поле, способом его введения, количеством лекарственного вещества поступающего в организм, а также областью его введения.

Лекарственные вещества в растворе диссоциируют на ионы, образующие в дальнейшем заряженные гидрофильные комплексы. При помещении таких растворов в электрическое поле содержащиеся в них ионы будут перемещаться по направлению к противоположным полюсам. Феномен движения дисперсных частиц относительно жидкой фазы под действием сил электрического, поля называется *электрофорезом* (рис. 11). Если на их пути находятся биологические ткани, то ионы лекарственных веществ будут проникать в глубину тканей и оказывать лечебное воздействие.

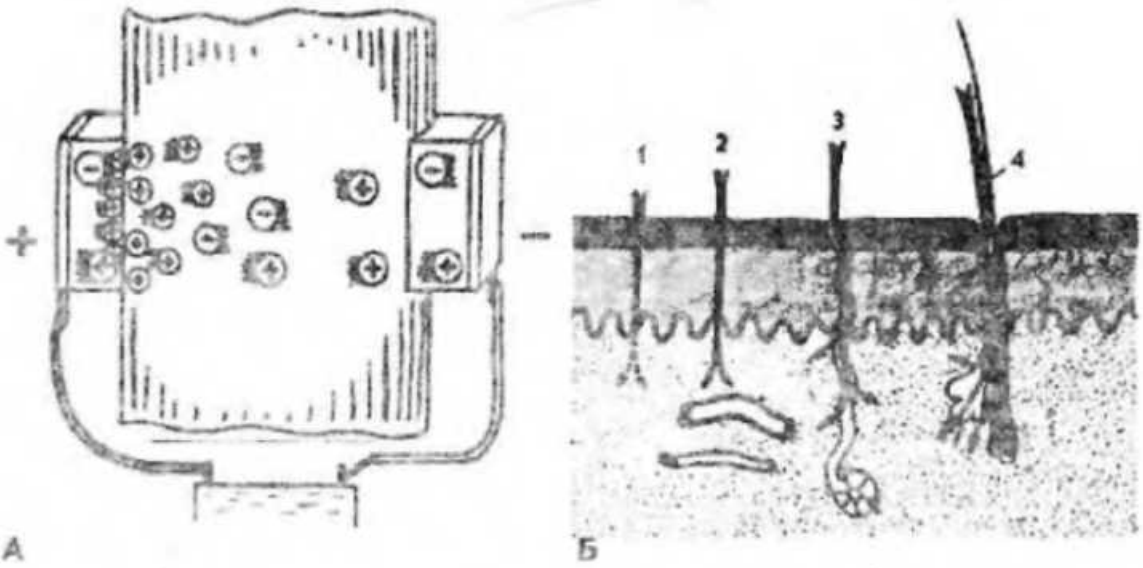


Рис. 11. Схема электрофореза лекарственных веществ в биологических тканях (А) и пути проникновения форетируемых лекарственных веществ (Б).
1- интрацеллюлярно; 2 - трансцеллюлярно, 3 - через проток потовой железы; 4 - через волосяной фолликул.

Форетическая активность ионов лекарственных веществ зависит как от их структуры, так и от степени электролитической диссоциации. Она неодинакова в различных растворителях и определяется диэлектрической проницаемостью (ε) последних. Наибольшей подвижностью в электрическом поле обладают лекарственные вещества, растворенные в воде (ε=81). Для диссоциации веществ, не растворимых в воде, используют водные растворы диметилсульфоксида (ДМСО, ε=49), глицерина (ε=43) и этилового спирта (ε=26). Необходимо подчеркнуть, что введение лекарственных веществ в ионизированной форме существенно увеличивает их подвижность и фармакологический эффект. С усложнением структуры лекарственного вещества его форетическая подвижность существенно уменьшается.

Форетируемые лекарственные препараты проникают в эпидермис и верхние слои дермы. Их слабая васкуляризация приводит к накоплению лекарственных веществ в коже, из которой они диффундируют в интерстиций, фенестрированный эндотелий сосудов микроциркуляторного русла и лимфатические сосуды. Период выведения лекарственного вещества из кожного депо составляет от 3 часов до 15-20 суток. Следовательно, образование кожного депо обусловливает продолжительное пребывание лекарственных веществ в организме и их пролонгированное лечебное действие.

Некоторые из поступающих в кожу веществ способны изменить функциональные свойства немиелинизированных кожных афферентов, принадлежащих С-волокнам. В связи с тем, что такие волокна составляют большинство афферентных проводников болевой чувствительности, сочетанное воздействие электрического тока и местных анестетиков вызывает уменьшение импульсного потока из болевого очага и потенцирует анальгетический эффект постоянного тока. Такое купирование локального болевого очага особенно эффективно под катодом, который активирует потенциалзависимые ионные каналы нейролеммы. С помощью электродов малой площади удается можно вводить лекарственные вещества в паравертебральные, двигательные и биологически активные точки, сегментарные и рефлексогенные зоны *(микроэлектрофорез).*

Многочисленными исследованиями установлено, что доля лекарственного вещества, проникающего в организм при помощи электрофореза, составляет 5-10% от используемого при проведении процедуры. Попытки увеличения количества вводимых в организм лекарственных веществ за счет применения больших концентраций их растворов (свыше 5%) себя не оправдали. При таком повышении концентрации вследствие электростатического взаимодействия ионов возникают электрофоретические и релаксационные силы торможения (феномен Дебая-Хюккеля).

С учетом незначительного количества поступающего в организм лекарственного вещества фармакологические эффекты проявляются наиболее значимо при введении сильнодействующих лекарств и ионов металлов. В этом случае, наряду с локальным действием лекарств на подэлектродные ткани, вводимые препараты могут оказывать выраженное сегментарно-рефлекторное воздействие на ткани и органы соответствующих метамеров. Кроме того, некоторые препараты усиливают кровоток в тканях, расположенных в межэлектродном пространстве и стимулируют репаративную регенерацию в тканях.

Так, например, форетируемые в организм ионы йода увеличивают дисперсность соединительной ткани и повышают степень гидрофильное белков; ионы лития растворяют литиевые соли мочевой кислоты; ионы меди и кобальта активируют метаболизм половых гормонов и участвуют в их образовании; ионы магния оказывают выраженное гипотензивное действие, а ионы цинка стимулируют процессы заживления язв и обладают фунгицидным действием.

Постоянный электрический ток обусловливает не только существенные особенности введения лекарственных веществ, но и значимо влияет на их фармакокинетику и фармакодинамику. В результате сочетанного действия лечебные эффекты большинства форетируемых лекарств (за исключением некоторых антикоагулянтов, ферментных и антигистаминных препаратов) потенцируются и реализуются при достаточно низких концентрациях. Поступающие в организм препараты накапливаются локально, что позволяет создавать их значительные концентрации в зоне поражения или патологического очага. При таком методе отсутствуют также побочные эффекты перорального и парентерального введения лекарственных веществ и значительно реже возникают аллергические реакции. Кроме указанных особенностей при лекарственном электрофорезе слабо выражено действие балластных ингредиентов и применяемые растворы не требуют стерилизации, что позволяет использовать их при проведении процедур в полевых условиях.

Лечебные эффекты. *Потенцированные эффекты гальванизации и специфические фармакологические эффекты вводимого током лекарственного вещества.*

Показания. Определяются с учетом фармакологических эффектов вводимого лекарственного вещества и показаний для гальванизации.

Противопоказания. Помимо противопоказаний для гальванизации, к ним относятся противопоказания для применения вводимого лекарственного препарата (непереносимость, аллергические реакции на вводимые лекарства).

Параметры. Для проведения процедур применяют токи, параметры которых определяются величинами, используемыми для гальванизации и импульсной электротерапии. Дозировки лекарственных веществ обычно не превышают их разовых доз для парентерального и перорального введения (табл. 4).

Таблица 4

Лекарственные вещества, наиболее часто используемые для электрофореза

Вводимый ион или частица	Используемое вещество	Концентрация раствора, или количество вещества	Полярность
Адебит	Адебит	2-5% в 25% ДМСО	+/-
Адреналин	Адреналина гидрохлорид	0,1% 0,5-1 мл	+
Алоэ	Экстракт алоэ жидкий, сок алоэ	1:3	+/-
Амизил	Амизил	1% 1-2 мл	+
Аминазин	Аминазин	1%	+
Аминокапроновой кислоты радикал	ε-аминокапроновая кислота	1-5%	+
Анальгин	Анальгин	2-5% (водный) 5-10% в 25% ДМСО	- +/-

Продолжение табл. 4

Анаприлин	Анаприлин	0,5% - 5 мл	+
Апрофен	Апрофен	0,5-1%	+
Аскорбиновой кислоты радикал	Аскорбиновая кислота	2-5%	-
Аспарагиновой кислоты радикал	Аспарагиновая кислота	1-2% (в дистиллированной воде, подщелоченной до pH = 8,9)	-
	Панангин	1-2%	
Атропин	Атропина сульфат	0,1% 1 мл	+
Ацетилсалициловой кислоты радикал	Ацетилсалициловая кислота	5-10% в 50% ДМСО	-
Ацетилхолин	Ацетилхолина гидрохлорид	0,1-0,5%	+
Барбамил	Барбамил (амитал натрий)	3-5%	-
Барбитал-натрий	Барбитал-натрий	3-5%	-
Бензогексоний	Бензогексоний	1-2%	+
Билярин	Билярин (бычья желчь)	1:10	+/-
Бром	Натрия (калия) бромид	2-5%	-
Витамин B_1	Тиамина бромид	2%	+
Витамин B_{12}	Цианокобаламин	100-200 мкг	+
Витамин Е	Токоферола ацетат	2% на ДМСО (0,5 мл на процедуру)	+
Галантамин	Галантамина гидрохлорид	0,25-0,5%	+
Галоперидол	Галоперидол	0,5%	+
γ-оксимасляной кислоты радикал	Натрия оксибутират	2-5% (0,5-1 мл на процедуру)	-
Ганглерон	Ганглерон	0,25-0,5%	+
Гексоний	Гексоний	2,5%	+
Гепарин	Гепарина натриевая соль	5000-10000 ЕД на процедуру	-
Гиалуронидаза	Гиалуронидаза	0,1-0,2 г на 30 мл подисленной до pH=5,0-5,2 дистиллированной воды или ацетатного буфера	+
Гидрокортизон	Гидрокортизона- сукцинат (водорастворимый)	1 ампулу растворяют в 0,2% растворе натрия гидрокарбоната или подщелоченной (до pH 9,0) воде	-
Гистамин	Гистамина дигидро хлорид	0,1% (до 1 мл)	+
Глутаминовой кислоты радикал	Глутаминовая кислота	0,5-2% (в подщелоченной до pH=7,8 8,0 дистиллированной воде)	-

Продолжение табл.4

Гордокс	Гордокс	1/2 или 1 ампула - (50000-100000 ЕД)	-
Грязь (компоненты)	Лечебная грязь	Нативная грязь, грязевой раствор	+/-
Даларгин	Даларгин	1 мг ампульного порошка растворяют в 3 мл подкисленной (pH=5,5) воды	+/-
Диазепам	Диазепам	0,5%	+
Делагил	Делагил (хингамин)	2,5%	+
Дибазол	Дибазол	0,5-2%	+
Дикаин	Дикаин	0,5-1%	+
Димедрол	Димедрол	0,25-1%	+
Димекумарол	Димекумарол	0,5-1%	+
Дипразин	Дипразин(пипольфен)	1%	+
Допан	Допан	0,06% в 50% ДМСО	+
Йод	Калия (натрия) - йодид	2-5%	-
Кавинтон	Кавинтон	1 мл (5 мг) ампульного (0,5%) раствора разбавляют в 1 мл ДМСО	+
Калий	Калия хлорид	2-5%	+
Кальций	Кальция хлорид	2-5%	+
Карбахолин	Карбахолин	0,1%	+
Кватерон	Кватерон	0,5%	+
Кобальт	Кобальта хлорид	1%	+
Коллализин(коллагеназа)	Коллализин	50 КЕ в 10 мл воды	+
Контрикал	Контрикал	5000-20000 ЕД на процедуру, растворить в 10-20 мл дистиллированной воды, подкисленной до pH=6,0-6,2	+
Ксикаин	Ксикаин (лидокаин)	2-5%	+
Кофеин	Кофеин-бензоат натрия 1% в 5% растворе натрия гидрокарбоната	1-2%	+
Курантил	Курантил (дипиридамол)	0,5% - 2 мл	+
Левамизол	Левамизол	100 мг на 2,5 мл ДМСО и 2,5 мл дистиллированной воды	+/-
Левомицитин	Левомицитин сукцинат (водорастворимый)	Разовая доза 0,5-1 г(2-5 мл 20% раствора)	+
Лидаза	Лидаза	0,1 г (64 АЕ) на 30 мл подкисленной воды с pH 5,2	+
Литий	Лития бензоат(хлорид)	2-5%	+
Магний	Магния сульфат	2-5%	+
Марганец	Марганца сульфат	2-5%	+
Медь	Меди сульфат	0,2-5%	+
Мезатон	Мезатон	1-2%	+

Продолжение табл. 4

Метамизил	Метамизил гидрохлорид	0,25% (2-4 мл на процедуру)	+
Метионин	Метионин	0,5-2% на подкисленной воде (pH=3,5-3,6)	+
Мономицин	Мономицин	5000-10000 Ед·мл$^{-1}$	+
Натрий	Натрия хлорид	2-5%	+
Неомицин	Неомицина сульфат(мицерин)	5000-10000 ЕД.мл$^{-1}$	+
Никотиновой кислоты радикал	Никотиновая кислота	0,5-1%	-
Нитроглицерин	Нитроглицерин	0,5 мл 1% спиртового раствора + 99,5 мл дистиллированной воды (разовая доза - 5-10 мл указанного раствора)	+
Новокаин	Новокаина гидрохлорид	0,25-5%	+
Новокаинамид	Новокаинамид	2-5%	+
Норсульфазол	Норсульфазол- натрий	1-2%	+
Но-шпа	Но-шпа	1-2%	+
Обзидан	Обзидан	0,1% 5 мл	+
Окситетрациклин	Окситетрациклина гидрохлорид (или дигидрат)	0,5-1 г на процедуру 0,25-0,5 г на процедуру	+
Папаверин	Папаверина гидрохлорид	0,1-0,5%	+
Папаин (лекозим)	Лекозим	17 ЕД·мл$^{-1}$	+
Парааминосалициловой кислоты радикал	Натрия парааминосалицилат	1-2%	-
Пармидин	Пармидин	2,5% в 50% ДМСО	+
Пахикарпин	Пахикарпина гидрохлорид	1%	+
Пелоидин	Пелоидин		+/-
Пенициллин	Пенициллина натриевая соль	5000-10000 ЕД·мл$^{-1}$	-
Пентамин	Пентамин	5%	+
Пилокарпин	Пилокарпина гидрохлорид	0,1-0,5%	+
Пирилен		0,1%	+
Платифиллин	Платифилина гидротартрат	0,03-0,05-0,1%	+
Преднизолон	Преднизолон (растворимый, ампульный)	0,5%	+
Прозерин	Прозерин	0,1%	+
Ронидаза	Ронидаза	0,5 г растворяют в 30 мл ацетатного буфетного раствора или подкисленной дистиллированной воды	+

Продолжение табл. 4

Салициловой кислоты радикал	Натрия салицилат	1-5%	-
Седуксен	Седуксен	0,5% (на процедуру 2 мл)	+
Сера	Ихтиол	10-30%	-
	Унитиол	2-5%	
Серебро	Серебра нитрат	0,5-1%	+
Серотонин	Серотонина адипинат	1% 1 мл	+
Совкаин	Совкаин	0,25-1%	+
Стрептомицин	Стрептомицина сульфат	5000-10000 ЕД·мл$^{-1}$	+
Сульфадимезин	Сульфадимезин	1-2% (на разбавленной соляной кислоте)	+
Сульфапиридазин	Сульфапиридазин натрий	1-2%	-
Теоникол (ксантинола никотинат	Теоникол (ксантинола никотинат, компламин)	5 мл 5% раствора	+
Теофиллин	Теофиллин	2-5% раствор на подщелоченной (pH=8,5-8,7) воде	-
Тетрациклин	Тетрациклина гидрохлорид	5000-10000 ЕД·мл$^{-1}$	+
Тиосерной кислоты радикал	Натрия тиосульфат	2-5%	-
Трентал	Трентал (пентоксифиллин)	2%	+
Тримекаин	Тримекаин	0,5-2%	+
Триседил	Триседил	0,25% (на процедуру 2-4 мл	+
d-Тубокурарин	d-Тубокурарин	1-2% 1-2 мл	+
Фенибут	Фенибут	5%	+
Фенкарол	Фенкарол	0,5% в 25% растворе ДМСО	+
Фибринолизин	Фибринолизин	1 флакон (20000 ЕД) разводят в 200 мл одного из растворителей: а) дистиллированная вода, подкисленная до pH=5,0-5,2, или ацетатный буфер	+
		б) Дистиллированная вода, подщелоченная до pH=8,6-8,8 (на процедуру - 30 мл приготовленного раствора)	-
ФиБС	ФиБС		+/-
Фосфор	Натрия фосфат	2-5%	-
Френолон	Френолон	0,25-0,5% (на процедуру 1 мл)	- +
Фтор	Натрия фторид	2%	-
5-Фторурацил	5-Фторурацил	1-2%	-

Продолжение табл.4

Фурадонин	Фурадонин Фурагин	1-2% на дистиллированной воде, подщелоченной до pH=8,4 -8,8	-
Хинин	Хинина гидрохло рид	- 1%	+
Хлор	Натрия хлорид	2-5%	-
Хлортетрацик-лин	Хлортетрациклина гид-рохлорид	5000-10000 ЕД·мл$^{-1}$	+
Цинк	Цинка сульфат	0,5-1%	+
Цистеин	Цистеин	2-5%	-
Элениум	Элениум	1% (на процедуру 1-2 мл)	+
Эритромицин	Эритромицин	0,1-0,25 г (разводят в 70% этаноле)	+
Этилморфин	Этилморфина гидро-хлорид (дионин)	0,1-0,2%	+
Этимизол	Этимизол	1,5%	+/-
Эуфиллин	Эуфиллин	2-5%	+/-
Эфедрин	Эфедрина гидрохлорид	0,1-1%	+
Яд змеиный (компоненты)	Випраксин	1 мл	+/-
Яд пчелиный (компоненты)	Апизартрон	0,01-0,1%	+/-
	Апитоксин	1 мл	+/-
	Апифор	1 табл в 20 мл дистиллиро-ванной воды	+/-
	Мелливенон	1 ампула на 10 мл буферного раствора (pH=4,6)	+/-

Для проведения процедур электрофореза используют аппараты для гальванизации (см. *Гальванизация),* электросонтерапии (см. *Электросонтерапии),* транскраниальной электроанальгезии (см. *Транскраниальная электроанальгезия),* диадинамотерапии (см. *Диадинамотерапия),* амплипульстерапии (см. *Амплипульстерапия)* и флюктуоризации (см. *Флюктуроризация).* Для микроэлектрофореза применяют аппараты Ион-1, Элап-1 и Элита.

Методика. Лекарственный электрофорез осуществляют с помощью электродов, используемых для гальванизации. Кардинальная особенность лечебных процедур состоит в том, что между гидрофильной прокладкой и кожей пациента размещают равновеликую *лекарственную прослойку,* состоящую из 1-2-х слоев фильтровальной бумаги или марли и пропитанную раствором лекарственного вещества. При проведении полостных процедур активный электрод обертывают 1-2-мя слоями марли, смоченной в растворе лекарственного вещества. В некоторых случаях его наливают в электроды-ванночки.

Лекарственные вещества вводят в организм с одноименного полюса, заряд которого соответствует знаку активной части лекарственного вещества (см. табл. 4). Если необходимо ввести обе

части лекарственного вещества, его вводят с обоих полюсов. Ионы металлов и большинство алкалоидов вводят с положительного полюса, тогда как ионы кислотных радикалов и металлоиды - с отрицательного. Перед процедурой электрофореза антибиотиков целесообразно сделать кожную пробу на чувствительность к препаратам данной группы и ввести их парентерально *(внутритканевой электрофорез).*

При электрофорезе *ферментов* необходимо учитывать их устойчивость в избранном растворителе, подвижность и полярность,- При выборе полярности следует помнить, что ферменты являются амфотерными электролитами, так как их молекулы имеют свободные карбоксильные группы (-COOH), которые обладают кислыми свойствами, благодаря отщеплению ионов водорода. Эти молекулы содержат также и аминогруппы ($-NH_2$), способные присоединять ионы водорода, приобретать положительный заряд и придавать молекуле фермента щелочные свойства. Исходя из этого, белки и ферменты вводят в растворах с pH, удаленных от их *изоэлектрической точки* (значение pH, при котором в растворе находится одинаковое количество положительно и отрицательно заряженных групп). В изоэлектрической точке (ИЭТ) электронейтральные молекулы белков неподвижны в постоянном электрическом поле. В организм же они, как и другие лекарственные вещества, могут быть введены не в молекулярной форме, а в виде ионов. Поэтому их электрофорез необходимо проводить в растворах с pH, удаленных от ИЭТ вводимого фермента либо в более кислую, либо щелочную сторону. Как правило, для введения белков используют подкисленные растворы, в которых они приобретают положительный заряд и их можно вводить с анода (табл. 5).

Процедуры лекарственного электрофореза сочетают с одновременно проводимыми ультразвуковой терапией *(электрофонофорез),* аэро- и баротерапией *(аэроионоэлектрофорез и вакуумэлектрофорез),* Криотерапией *(криоэлектрофорез),* высокочастотной магнитотерапией *(индуктотермоэлектрофорез).*

Дозирование количества вводимого вещества рассчитывают с учетом концентрации используемого препарата и его форетической подвижности по специальным таблицам. Подводимый к больному ток дозируют по плотности. Предельно допустимая плотность тока при проведении лекарственного электрофореза не

Таблица 5

Изоэлектрическая точка (ИЭТ) и электрический заряд некоторых ферментов при различных pH среды

Ферментный препарат	ИЭТ	Заряд фермента при различных pH				Полюс, с которого следует вводить препарат в растворе с pH 7,0
		pH	Заряд	pH	Заряд	
Трипсин	10,5	0-10,5	+	10,5-14,0	-	+
Химотрипсин	8,3	0-8,3	+	8,3-14,0	-	+
Дезоксирибонуклеаза	5,0	0-5,0	+	5,0-14,0	-	-
Рибонуклеаза	8,0	0-8,0	+	8,0-14,0	-	-
Лидаза (гиалуронидаза)	5,7	0-5,7	+	5,7-14,0	-	-
Лизоцим	10,7	0-10,7	+	10,7-14,0	-	-
Трасилол и его аналоги	10,5	0-10,5	+	10,5-14,0	-	+

превышает 0,05-0,1 $мА \cdot см^{-2}$. Кроме объективных показателей, для дозиметрии используют и субъективные ощущения больного.

Во время процедуры он должен чувствовать легкое покалывание (пощипывание) под электродами. Появление чувства жжения служит сигналом к снижению плотности подводимого тока. Онемение участка кожи при электрофорезе местных анестетиков не является причиной увеличения плотности используемого тока.

Продолжительность процедур и длительность курса не превышают аналогичных величин для гальванизации. Их определяют с учетом фармакодинамики вводимого вещества.

ИМПУЛЬСНАЯ ЭЛЕКТРОТЕРАПИЯ

Электросонтералия

Электроеонтерапия - лечебное воздействие импульсных токов на структуры головного мозга.

Используемые в данном методе импульсные токи проникают в полость черепа через отверстия глазниц. Максимальная плотность тока возникает по ходу сосудов основания черепа. Формирующиеся здесь токи проводимости оказывают непосредственное воздействие на *сенсорные ядра черепно-мозговых нервов* и

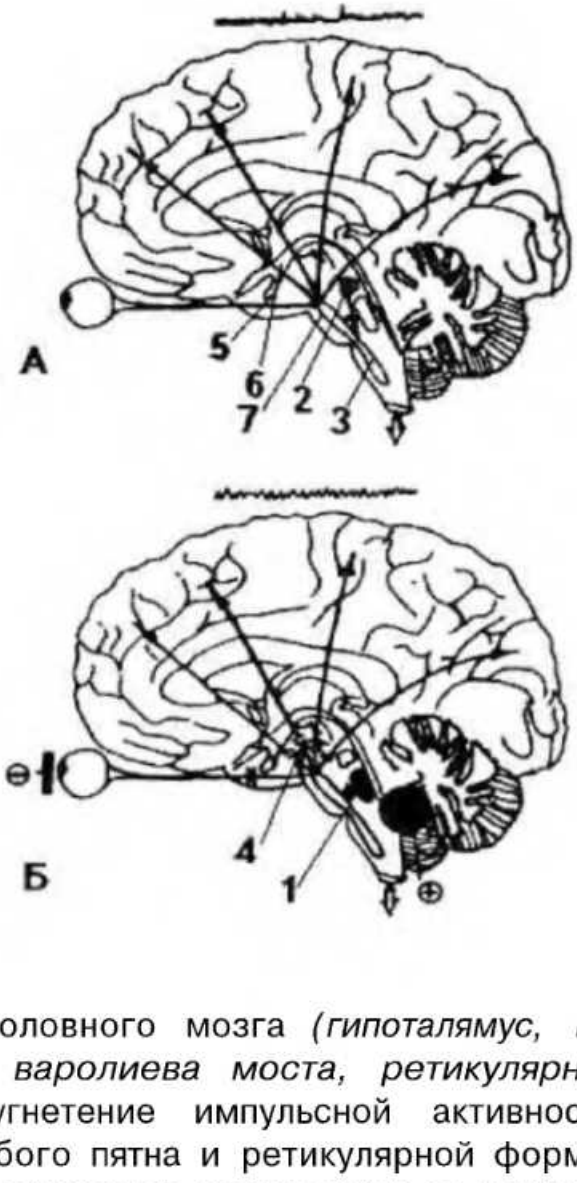


Рис. 12. Мишени приложения импульсных токов при электросонтерапии.
А - бодрствование, Б - медленноволновая фаза сна.
1- дорсальные ядра шва; 2 - голубое пятно; 3 - ретикулярная формация.; 4 -талямус; 5 - гипофиз; 6 - гипоталямус.
+, - - электроды.

гипногенные центры ствола головного мозга *(гипоталямус, гипофиз, внутренняя область варолиева моста, ретикулярная формация).* Они вызывают угнетение импульсной активности аминергических нейронов голубого пятна и ретикулярной формации (рис. 12), что приводит к снижению восходящих активирующих влияний на кору головного мозга и усилению внутреннего торможения. Этому способствует и синхронизация частоты следования импульсов тока с медленными ритмами биоэлектрической активности головного мозга **(Δ- и Θ-волнами).**

Наряду с усилением тормозных процессов в коре головного мозга, ритмически упорядоченные импульсные токи активируют серотонинергические нейроны дорсального ядра шва. Накопление серотонина в подкорковых структурах головного мозга приводит к снижению условно-рефлекторной деятельности и эмоциональной активности. Вследствие этого у больного наступает состояние дремоты, а в ряде случаев и сна.

Вместе с центральными структурами, импульсные токи возбуждают чувствительные нервные проводники кожи век. Возникающие в них ритмические афферентные потоки поступают к би-

полярным нейронам тройничного (гассерового) узла, а от него распространяются к большому сенсорному ядру тройничного нерва и - далее - к ядрам талямуса. За счет модуляции функций ассоциативных таяамокортикальных систем (см. рис. 12Б) такая электрическая стимуляция рефлексогенных зон усиливает центральные гипногенные эффекты импульсных токов, приводит к нормализации высшей нервной деятельности и улучшению ночного сна.

Тесные морфо-функциональные связи ядер ствола мозга обусловливают индукционное воздействие импульсных токов на сосудодвигательный и дыхательный центры, а также центры вегетативной и эндокринной систем. Такие токи оказывают непосредственное воздействие на регуляцию деятельности внутренних органов и тканей, активируют трофические влияния на них парасимпатической нервной системы. Это приводит к снижению повышенного тонуса сосудов, активирует транспортные процессы в микроциркуляторном русле, повышает кислородную емкость крови, стимулирует кроветворение и нормализует соотношение свертывающей и противосвертывающеи систем крови. Импульсные токи вызывают также урежение и углубление внешнего дыхания, увеличивают его минутный объем, активируют секреторную функцию желудочно-кишечного тракта, выделительной и половой систем. Они восстанавливают нарушенный углеводный, липидный, минеральный и водный обмены в организме, активируют гормонпродуцирующую функцию желез внутренней секреции.

В силу динамического характера деятельности головного мозга при электросонтерапии условно выделяют две функциональные фазы — *торможения* и *активации.* Первая из них проявляется во время процедуры и характеризуется дремотным состоянием, сонливостью, урежением частоты сердечных сокращений и дыхания (брадикардия и брадипноэ), снижением интенсивности активирующих ритмов биоэлектрической активности головного мозга. Через 30 мин-1 час после окончания процедуры возникает фаза активации, которая продолжается и в отдаленном периоде. Она проявляется в ощущении больным бодрости и свежести, снижении утомления, повышении работоспособности, улучшении настроения и активации корковых процессов.

Лечебные эффекты: *транквилизирующий, седативный, спазмолитический, трофический, секреторный.*

Показания. Заболевания центральной нервной системы (неврастения, реактивные и астенические состояния, нарушение

ночного сна, логоневроз), заболевания сердечно-сосудистой системы (атеросклероз сосудов головного мозга в начальном периоде, ишемическая болезнь сердца, нейроциркуляторная дистония по гипертоническому типу, гипертоническая болезнь I-II стадий, облитерирующие заболевания сосудов конечностей), язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной ки|шки, бронхиальная астма, нейродермит, экзема, энурез.

Противопоказания. Эпилепсия, декомленсированные пороки сердца, непереносимость электрического тока, воспалительные заболевания глаз (конъюнктивиты, блефарит), мокнущие дерматиты лица.

Параметры. Для электросонтерапии используют прямоугольные импульсы тока частотой 5-160 **имп·с$^{-1}$** и длительностью 0,2-0,5 мс. Сила импульсного тока обычно не превышает 8-10 мА. Частоту следования импульсов выбирают с учетом состояния пациента. Низкие частоты (5-20 **имп·с$^{-1}$**) применяют при выраженном возбуждении центральной нервной системы, а более высокие частоты (40-100 **имп·с$^{-1}$**) при ее угнетении. Эффективность импульсного воздействия возрастает при включении постоянной составляющей воздействующего электрического тока.

Для проведения процедур электросонтерапии используют *аппараты* Электросон-4Т (ЭС-4Т) и Электросон-5 (ЭС-10-5). Они позволяют воздействовать непрерывными импульсными токами с различным соотношением импульсного и постоянного тока (постоянной составляющей). Генерируемые этими аппаратами импульсные токи можно дискретно изменять по частоте и амплитуде.

Методика. Процедуры проводят в затемненном помещении, изолированном от шума. Пациенты должны находиться в удобном положении, лежа на кушетке. Используют *глазнично-ретромастоидальную* методику наложения электродов (рис. 13). Применяют резиновую манжетку с раздвоенными электродами, в гнезда которых вставляют смоченные водой гидрофильные прокладки толщиной 1 см. Глазные электроды размещают на закрытых веках и соединяют с катодом, затылочные электроды фиксируют на сосцевидных отростках височных костей и присоединяют к аноду (рис. 13). Одновременно с электросонтерапией можно проводить электрофорез лекарственных веществ *(электросонфорез).*

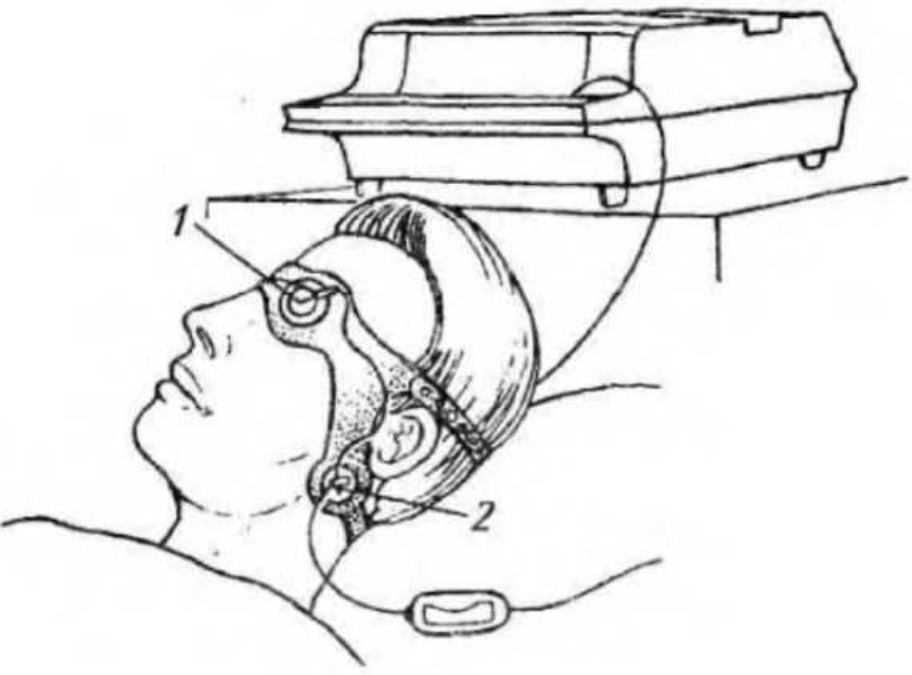


Рис. 13. Расположение электродов при электросонтерапии. 1 - глазничный электрод (катод); 2 сосцевидный электрод (анод).

Силу подводимого к больному импульсного тока *дозируют* по ощущению больным легких покалываний, постукиваний или безболезненной вибрации. Выраженность таких ощущений нарастает при включении постоянной составляющей, что приводит к увеличению количества электричества, проходящего через ткани больного. Предельно допустимая сила тока при проведении электросонтерапии не должна превышать 8 мА. Ее увеличивают до появления у больного ощущений легкой безболезненной вибрации под электродами. Возникновение неприятных ощущений, жжения под электродами служит сигналом к снижению силы подводимого тока.

Продолжительность лечебной процедуры 20-40 мин. Их проводят через день или ежедневно, на курс лечения - 15-20 процедур. При необходимости повторный курс электросонтерапии назначают **через** 2-3 месяца.

Транскраниальная электроанальгезия

Транскраниальная электроанальгезия - лечебное воздействие на кожные покровы головы импульсными токами, вызывающими обезболивание или снижение интенсивности болевых ощущений.

В основе лечебного действия данного метода лежит селективное возбуждение импульсными токами низкой частоты *эндо-*

генной опиоидной системы ствола головного мозга. По современным представлениям, эту систему составляют *задние, латеральные и некоторые передние ядра гипоталамуса, латеральная септальная область, цингулярный пучок, околоводопроводное серое вещество, дорсальный гиппокамп, габенулоинтерпедункулярный тракт и ядра шва* (рис. 14). Импульсные токи изменяют биоэлектрическую активность головного мозга. При этом уменьшается спектральная плотность у-волн, что свидетельствует об усилении седативного эффекта. Снижается также амплитуда медленных волн с периодом 2-20 с (ξ и **τ-волны),** присутствующих в спектре электроэнцефалограммы при болевом синдроме.

Следствием возбуждения антиноцицептивной системы является выделение из нейронов головного мозга β-эндорфина и энкефалинов, содержание которых увеличивается как в ликворе, так и в спинном мозге. Наряду с активацией эндогенных опиатных механизмов, импульсные токи вызывают резкое обеднение афферентного потока от ноцицепторов в стволовые структуры головного мозга. Они блокируют проведение восходящих импульсных потоков от ноцицепторов на уровне релейных ядер продолговатого мозга и таламуса и угнетают активность соматосенсорной зоны коры головного мозга. По нисходящим проводящим путям происходит активация сегментарного воротного механизма управления афферентным потоком из болевого очага. Значительная роль в этом принадлежит β-эндорфину, который накапливается в задних рогах спинного мозга. Следует отметить, что такая анальгезия наиболее эффективна при относительно равномерной интенсивности восходящего афферентного потока, до возникновения центрального доминантного болевого очага. Наконец, транскраниальная электроанальгезия восстанавливает активность пептидергической системы головного мозга, угнетенную при наркоманической зависимости и пристрастии к алкоголю.

Неанальгетические эффекты транскраниальной электроанальгезии связаны с тем, что импульсные токи устраняют активирующие влияния ретикулярной формации на корковые центры и стабилизируют а-ритм биоэлектрической активности головного мозга. Максимальная плотность возникающих при таком воздействии

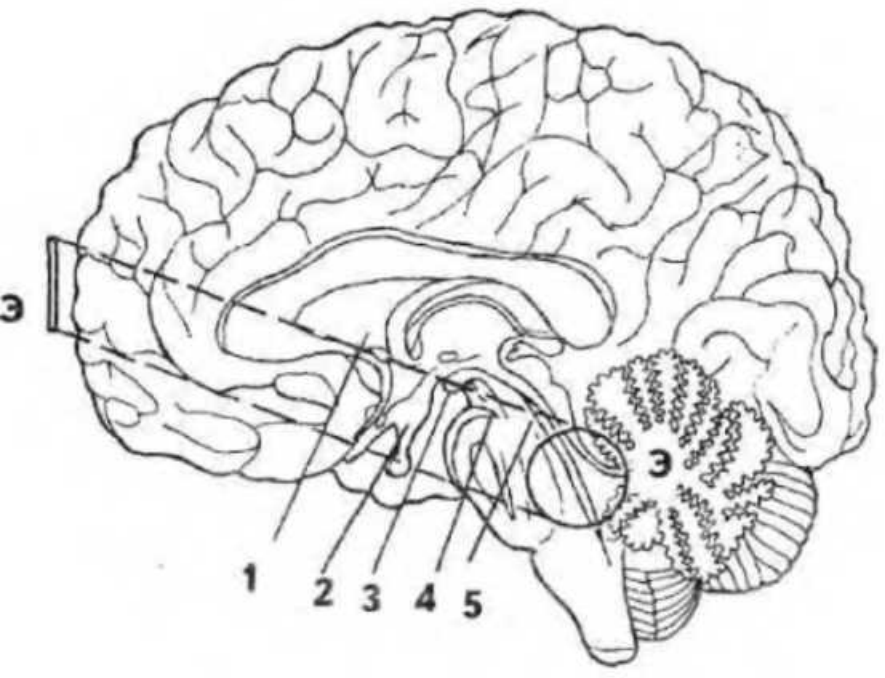


Рис. 14. Мишени приложения импульсных токов при транскраниальной электроанальгезии.
1 - латеральная септальная область; 2 - задние, латеральные и частично передние ядра гипоталамуса; 3 - дорсальный гиппокамп; 4 - интерпедункулярный тракт; 5 - околоводопроводное серое вещество. Э - области расположения электродов.

токов проводимости зарегистрирована в тканях, расположенных в области основания черепа, минимальная - у его свода. Импульсные токи действуют также на сосудодвигательный центр, вызывая нормализацию системной гемодинамики. Стабилизация процессов центральной регуляции кровообращения, артериального давления и амплитуды его колебаний обусловлена также воздействием на центральные звенья вазомоторных рефлексов энкефалинов, накапливающихся в стволе головного мозга. Кроме того, выброс эндогенных опиоидных пептидов в кровь активирует регенераторно-репаративные процессы в очаге воспаления. Следовательно, транскраниальная электроанальгезия влияет на системы регуляции ряда функций внутренних органов, стимулирует заживление ран и повышают резистентность организма и его устойчивость к стрессорным факторам.

Лечебные эффекты: *анальгетический, сосудокоррегирующий, репаративно-регенеративный, седативный, антиабстинентный, транквилизирующий.*

Показания. Болевые синдромы, связанные с поражением черепномозговых нервов (невралгия тройничного нерва, нейросенсорная тугоухость) и нарушением спинальной иннервации (спондилогенные корешковые и вегетативные боли), фантомные боли, нейро-циркуляторная дистония всех форм, ишемическая болезнь сердца, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, зудящие дерматозы, неврастения, утомление, анестезиологическое пособие при оперативном вмешательстве, острый ал-

когольный абстинентный синдром, нервно-эмоциональное напряжение, нарушение сна, метеотропные реакции.

Противопоказания, Острые боли висцерального происхождения (приступ -стенокардии, инфаркт миокарда, почечная колика, роды, кратковременные оперативные вмешательства), закрытые травмы головного мозга, эпилепсия, диэнцефальный синдром, таламические боли, нарушение ритма сердца, повреждение кожи в местах наложения электродов.

Параметры. Для транскраниальной электроанальгезии используют два режима воздействий. В первом из них *(низкочастотном)* применяют прямоугольные импульсы напряжением до 10 В, частотой 60-100 имп·с$^{-1}$ и длительностью 3,5-4 мс, следующие пачками по 20-50 импульсов (рис. 15А). Некоторые авторы считают, что наибольший анальгетический эффект у больных возникает при действии электрических импульсов частотой 77 имп·с$^{-1}$. Сила такого эффекта увеличивается при включении дополнительной постоянной составляющей воздействующего электрического тока. Оптимальным считается соотношение постоянного и импульсного тока 5:1-2:1. Воздействия второго типа *(высокочастотного)* осуществляют прямоугольными импульсами постоянной и переменной скважности продолжительностью 0,15-0,5 мс, напряжением до 20 В, следующие с частотой 150-2000 имп·с$^{-1}$ (рис. 15Б). Сила импульсного тока при этом не превышает 0,3-1 мА. В режиме переменной скважности импульсных сигналов (рис. 15В) проявляется преимущественно транквилизирующий эффект транскраниальной электроанальгезии.

В настоящее время для проведения процедур используют *аппараты* Этранс-1,2,3 и Трансаир, генерирующие прямоугольные импульсы частотой 60-100 имп·с$^{-1}$ (рис. 15А). Импульсы более высокой частоть! (150-2000 имп·с$^{-1}$) генерируют при помощи аппаратов ЛЭНАР и Би-ЛЭНАР. Они генерируют электрические сигналы с различным соотношением импульсного и постоянного тока (постоянной составляющей). Формируемые этими аппаратами импульсные сигналы можно изменять по частоте и длительности. Кроме того, в аппаратах ЛЭНАР реализована возможность раздельного изменения этих параметров - *режим переменной скважности* (скважность импульсного сигнала-безразмерная величина, равная отношению периода повторения импульса к его длительности).

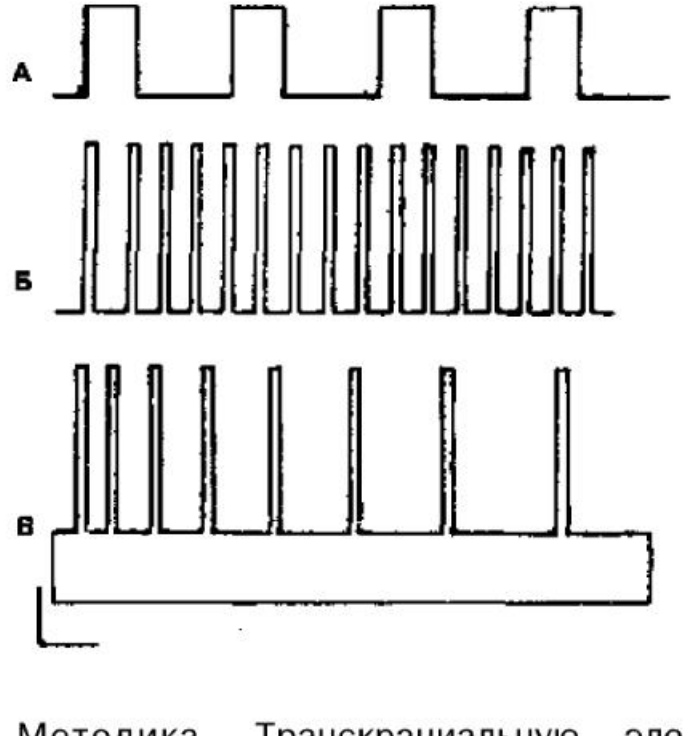


Рис. 15. Основные **виды импульсных** токов, **используемых** при **транскраниальной** электро**анальгезии.**
А - низкочастотный; Б - высокочастотный с постоянной скважностью; В - высокочастотный с переменной скважностью и постоянной составляющей. Калибровка 5 мс, 10 В.

Методика. Транскраниальную электроанальгезию проводят больному, который находится в удобном положении. Используют *лобно-затылочную* методику расположения электродов, при которой больному в лобной области головы и под сосцевидными отростками накладывают и фиксируют две пары электродов, расположенных в резиновой манжетке в виде металлических чашечек с гидрофильными прокладками, смоченными теплой водой. Лобные электроды присоединяют к катоду, ретромастоидальные - к аноду (рис. 16). После выбора параметров транскраниальной электроанальгезии (частоты, длительности, скважности и амплитуды постоянной составляющей) плавно увеличивают амплитуду выходного напряжения до появления у пациента ощущений покалывания, легкого тепла под электродами или купирования болевых ощущений.

Подводимые к больному импульсные токи *дозируют* по амплитуде выходного напряжения. Предельно допустимая амплитуда импульсов напряжения при проведении транскраниальной электроанальгезии не должна превышать 15 В, а длительность импульсов при увеличении частоты их следования свыше 1000 имп$с^{1}$ не более 0,2 мс. Амплитуду импульсов увеличивают до появления ощущения легкого покалывания или безболезненной вибрации под электродами. Возникновение чувства жжения служит сигналом к снижению амплитуды выходного напряжения.



Рис. 16. Расположение электродов при транскраниальной электроанальгезии.
1 - лобный электрод (катод); 2 - сосцевидный электрод (анод).

Длительность однократного воздействия не превышает 20 мин, но при острых болевых ощущениях может увеличиваться вдвое, курс составляет 10-15 процедур. При необходимости повторный курс транскраниальной электроанальгезим назначают через 2-3 месяца.

Электростимуляция

Электростимуляция - лечебное применение импульсных токов для восстановления деятельности органов и тканей, утративших нормальную функцию.

Электростимуляцию как лечебный метод воздействия на возбудимые структуры (нервная и мышечная ткани), используют не только в физиотерапии, но и реаниматологии (дефибрилляция сердца) и кардиохирургии (носимые и имплантируемые кардиостимуляторы). В практике физиотерапевта электростимуляцию применяют для воздействия на поврежденные нервы и мышцы, а также внутренние органы, содержащие в своей стенке гладкомышечные элементы (бронхи, желудочно-кишечный тракт).

Под влиянием импульсного электрического тока происходит деполяризация возбудимых мембран, опосредованная изменением их проницаемости. При превышении амплитуды электрических импульсов над уровнем критического мембранного потенциала

(КМП) происходит генерация потенциалов действия (спайков). В рамках современных представлений об интегративной деятельности ионных каналов на возбудимой мембране, ее деполяризация вызывает кратковременное сочетанное открытие (срабатывание) **Na^+-каналов,** что приводит к увеличению натриевой проницаемости плазмолеммы. В последующем происходит компенсаторное нарастание калиевой проницаемости мембраны и восстанавливается ее исходная поляризация. Основными параметрами электрических импульсов, деполяризующих возбудимую мембрану, являются амплитуда, длительность, форма и частота их следования.

Вероятность формирования потенциалов действия зависит также и от характеристик плазмолеммы, основной из которых является возбудимость. Количественной мерой возбудимости служит *величина, обратная интенсивности порогового раздражителя,* в ответ на который генерируется спайк. Возбудимость зависит от критического уровня деполяризации (КУД) - величины критического мембранного потенциала, при котором происходит лавинообразное открытие потенциалзависимых Na^+-ионных каналов, деполяризация мембраны и инверсия знака мембранного потенциала (формируется потенциал действия).

Возбудимость S нервной и мышечной ткани количественно определяется величиной, обратной силе тока $I_{пор}$, вызывающего пороговое возбуждение нерва или сокращение мышц,

$$S = I^1_{пор} \qquad [2.1]$$

Наряду с возбудимостью, реакции возбудимой мембраны обусловлены также и ее емкостью. Последняя определяет позитивное смещение КУД при продолжительном электрическом раздражении — феномен *аккомодации.* Способность к аккомодации объясняют частичной инактивацией **Na^+**-каналов и активацией K^+-каналов при длительной подпороговой деполяризации. Ее количественной мерой служит *минимальный градиент* (критический наклон) — наименьшая крутизна переднего фронта порогового электрического стимула, вызывающего генерацию потенциала действия.

Взаимосвязь параметров воздействующего электрического стимула и реакций возбудимой мембраны определяется законами электрического раздражения нервных и мышечных волокон.

Молекулярная природа биоэлектрогенеза объясняет *полярный закон раздражения* Э.Пфлюгера — раздражение возбуди-

мых тканей обеспечивается только внешним током выходящего направления. Следовательно, при приложении к нерву или мышце двух разнополярных электродов деполяризация возникает только в области катода, т.к. именно здесь локальные ионные токи имеют выходящее направление. Таким образом, при воздействии подпороговым электрическим стимулом, величина которого меньше КМП, происходит градуальная деполяризация мембраны под катодом *(катэлектротон)* и гиперполяризация гюд анодом *(анэлектротон).* Изменения возбудимости мембраны под действием подпорогового электрического тока называются *электротоническими явлениями.*

При замыкании электрической цепи сила сокращения мышц под катодом *(катодзамыкательное сокращение,* КЗС) больше, чем под анодом *(анодзамыкательное сокращение,* АЗС). При размыкании цепи наблюдают обратные соотношения: сила анодразмыкательного сокращения мышцы (АРС) больше катодразмыкательного (КРС). Такой феномен связан с тем, что при выключении гиперполяризующего тока мембранный потенциал падает до исходного уровня при смещенном к нему КУД (см-рис. 8Б), в результате чего наступает возбуждение мышечного волокна. Таким образом, полярнызй закон Пфлюгера для сокращения мышц может быть выражен следующим неравенством

$$КЗС > АЗС > АРС > КРС \qquad [2.2]$$

Следует отметить, что с увеличением амплитуды электрического стимула возбуждается все большее число мышечных волокон, пока не наступит сокращение всех волокон данной мышцы (лестница Боудича).

Аккомодационные свойства возбудимых мембран лежат в основе *закона возбуждения* Э.Дюбуа-Реймона, согласно которому реакции возбудимых тканей определяются, не только силой действующего тока, но и скоростью его изменения (крутизной переднего фронта импульса). Следовательно, пороговая сила деполяризующего тока (но не КУД) зависит как от амплитуды, так и от продолжительности электрического импульса. Этот закон графически изображается кривой "сила-длительность" (кривая **(I/T)**, которая является совокупностью точек, образованных правыми верхними углами пороговых электрических импульсов, вызывающих минимальное возбуждение (рис. 17). Она может быть адекватно описана уравнением:

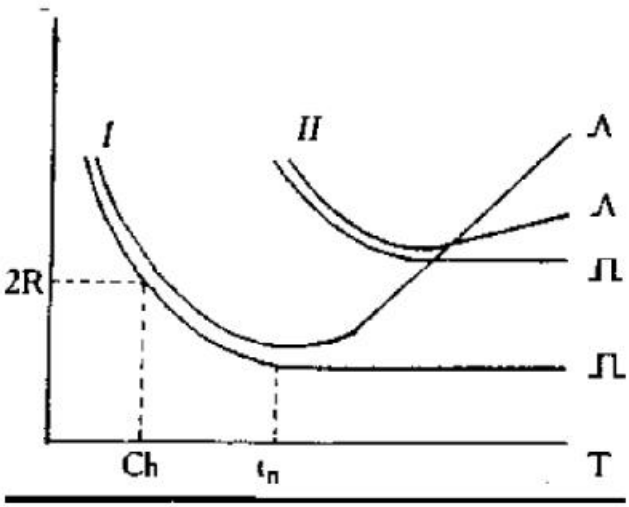


Рис. 17. Кривая "сила-длительность" (кривая I/T) для импульсов различной (П и /L) формы в норме (I) и при патологии (II).
По оси абсцисс: длительность импульса T; по оси ординат амплитуда импульса, I. Ch - хронаксия; t_n - полезное время; R -реобаза.

$$I = Q/T + R, \qquad [2.3]$$

где I и T - амплитуда и длительность порогового электрического импульса, вызывающего возбуждение нервов и мышц, Q - суммарный заряд, переносимый электрическим импульсом, R - реобаза - пороговая амплитуда электрического тока, вызывающего реакцию возбуждения вне зависимости от его длительности.

При действии электрических импульсов величиной в 1 реобазу зависимость эффекта возбуждения от длительности импульса исчезает. Это соответствует аккомодации возбудимой ткани к электрическому току. Минимальная продолжительность такого импульса называется *полезным временем* (t_n). Оно различно у мышц и нервов. Так, например, скелетные мышцы здорового человека отвечают сокращением на импульсы продолжительностью 10^{-4}-10^{-3} с, а при патологических изменениях реакция наблюдается на импульсы длительности $5 \cdot 10^{-2}$-10^{-3} с и больше.

Кривая "сила-длительность" имеет наиболее крутой участок в точке, соответствующей току в 2 реобазы (см. рис. 17). Длительность порогового прямоугольного импульса величиной в 2 реобазы называется *хронаксией* (*Ch*). Важным следствием проявления этого закона является зависимость пороговой амплитуды от крутизны переднего фронта электрического импульса. Сила возбуждения нарастает с увеличением минимального градиента импульса и максимальна у электрических импульсов прямоугольной формы.

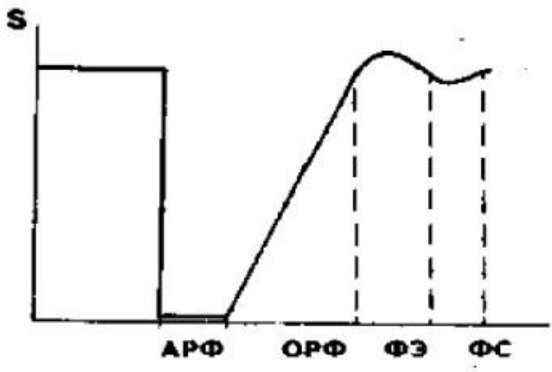


Рис. 18. Изменения возбудимости тканей при возбуждении.
По оси абсцисс время Т, мс; по оси ординат - возбудимость S, усл. ед.
АРФ - абсолютно рефрактерная фаза; ОРФ - относительно рефрактерная фаза; ФЭ - фаза экзальтации; ФС - фаза субнормальности.

При действии импульсов электрического тока, вызывающих формирование потенциалов действия, происходят последовательные изменения возбудимости нервов и мышц, подчиняющиеся *закону рефрактерности* Э.Ж.Марея. Деполяризация мембран приводит к открытию Na^+-каналов и последующей их полной инактивации (на пике потенциала действия). Это состояние называют *абсолютно рефрактерной фазой* (АРФ). Она сменяется *относительно рефрактерной фазой* (ОРФ), которая отражает реполяризацию возбудимых мембран и связана с частичной инактивацией Na^+-каналов и постепенной активацией K^+-каналов (рис. 18). При этом возбудимость тканей снижена и генерация спайков происходит лишь при действии импульсов значительной амплитуды. После ОРФ следуют фазы *экзальтации* и *субнормальности* (ФЭ и ФС), связанные с инерционностью сенсоров напряжения ионных каналов, что проявляется в последовательном следовом повышении и понижении возбудимости тканей.

Продолжительность фаз измененной возбудимости различна. В скелетных мышцах продолжительность АРФ составляет 2,5 мс, ОРФ -12 мс, а ФЭ и ФС — 2 мс. У двигательных нервных волокон время АРФ короче 1 мс, а длительность остальных фаз также не превышает 1 мс. Максимально возможная частота импульсной активности в нервных и мышечных волокнах лимитируется продолжительностью абсолютно рефрактерной фазы и служит показателем лабильности Л (функциональной подвижности):

$$Л = АРФ^{-1} \qquad [2.4]$$

Фазы измененной возбудимости определяют частоту электростимуляции нервов и мышц, которая не должна превышать

лабильности нервных и мышечных волокон. Так, лабильность неповрежденной мышцы не превышает 200-500 $с^{-1}$, тогда как при патологических изменениях она составляет 25 $с^{-1}$. Лабильность двигательных нервных проводников составляет 300 — 600 $с^{-1}$, а при функциональных или патологических изменениях она может уменьшаться до 15 $с^{-1}$.

Если мышцу или иннервирующий ее нерв раздражать электрическими импульсами с частотой,превышающей 10 **имп·с$^{-1}$**, возникает суммационный эффект деполяризации, связанный с суперпозицией генерируемых спайков. Такая серия потенциалов действия обеспечивает сильное длительное сокращение мышцы - *тетанус.* Амплитуда тетанического сокращения мышцы в несколько раз превышает величину одиночного сокращения. При частоте электростимуляции 10-20 **имп·с$^{-1}$** происходит частичное расслабление и последующее сокращение скелетной мышцы — *зубчатый тетанус.* С увеличением частоты мышца не расслабляется из-за частого следования электрических импульсов, и наступает *полный тетанус,* который при дальнейшем нарастании частоты сменяется полной невозбудимостью (пессимумом возбуждения), что связано с инактивацией химиочувствительных каналов субсинаптической мембраны концевой пластинки.

Эффект возбуждения периферических нервов зависит и от типа составляющих их нервных волокон. В соответствии с классификацией Г.Гассера и Дж.Эрлангера, выделяют несколько типов нервных проводников (табл.б).

Наиболее эффективно возбуждение нервов происходит в случае совпадения частотного диапазона электростимуляции с оптимумом следования спайков в нервных проводниках. Так, под влиянием электрического раздражения нервов импульсами с частотой выше 50 **имп·с$^{-1}$** возникает возбуждение преимущественно двигательных нервных проводников (**Аα- и Аγ-волокон**) и пассивное сокращение иннервируемых ими мышц. В результате постепенно усиливается их ослабленная сократительная функция. Активация метаболизма способствует восстановлению проводимости и возбудимости периферических нервов и ускорению их регенерации. При электростимуляции нервных стволов, в связи с присутствием в них вегетативных проводников, происходит усиление трофической функции, что проявляется в нарастании интенсивности пластических и энергетических процессов в иннервируемых органах, При этом восстанавливается

Таблица 6

Классификация волокон в периферических нервах

Группы	Диаметр 10^{-6} м	Скорость проведения $м \cdot с^{-1}$	Частотный оптимум импульсации, $имп \cdot с^{-1}$	ПД, мс	Строение и функция
			Миелинизированные		
Aα	15-20	90-120	80-120	0,4-0,5	Мышечные эффекторы
Aβ	10-15	50-100	80-120	0,4-0,6	Тактильные афференты
Aγ	5-10	10-50	50-80	0,5-0,7	Соматические эфференты
Aδ	1-10	5-30	1-60	0,6-1,0	Высокопороговые тактильные и болевые афференты
B	1-3	3-15	1-40	1-2	Висцеральные афференты. Преганглионары
			Немиелинизированные		
C	0,5-1	0,6-20	1-20	1,8-2,5	Болевые и постганглионарные афференты

нервная регуляция мышечных сокращении, увеличивается сила и объем мышц, их адаптация и порог утомления.

Происходящие при электростимуляции сокращения и расслабления мышечных волокон препятствуют атрофии мышц и особенно эффективны при иммобилизации конечностей. В саркоплазме нарастает содержание макроэргических соединений (АТФ, креатинфосфата и др.), усиливается их энзиматическая активность, повышается скорость утилизации кислорода и уменьшаются энерготраты на стимулируемое сокращение по сравнению с произвольным. Активация кровоснабжения и лимфооттока приводит к усилению трофоэнергетических процессов.

Происходящее одновременно с пассивным сокращением мышц расширение периферических сосудов приводит к активации кровотока в них. Вследствие уменьшения периневрального отека восстанавливается проводимость чувствительных нервных проводников, что ведет к ослаблению болевой чувствительности пациента. В силу сегментарно-рефлекторного характера соматической иннервации, наряду с улучшением функциональных свойств стимулируемых нервов и мышц, происходит усиление метаболизма в симметричных мышцах, активируется нейрогуморальная регуляция органов и тканей.

Использование импульсов, по форме сходных с потенциалами действия, обеспечивает высокую эффективность электростимуляции. Широкий частотный диапазон их следования

обеспечивает избирательную электрическую стимуляцию практически всех типов нервных волокон, проходящих в составе нервных проводников кожи и прилежащих мышц, а также способствует более эффективной реакции на биполярные импульсы кожных нервов и систем регуляции локального кровотока. Кроме того, при паравертебральном воздействии возникают сегментарно-метамерные реакции, регулирующие функции соответствующих внутренних органов и тканей. Наконец, в силу различной формы и частоты генерируемых электрических импульсов адаптация к ним значительно снижена.

Лечебные эффекты: *мионейростимулирующий, нейротрофический, вазоактивный, местный анальгетический.*

Показания. Вялые парезы и параличи мышц лица, шеи, туловища и конечностей вследствие травм и заболеваний периферической и центральной нервной системы (травматический неврит, плексит, полиомиелит, полиневрит, детский церебральный паралич), атрофия мышц в результате гиподинамии, длительной иммобилизации при переломах костей и суставов, оперативных вмешательствах, атония гладких мышц внутренних органов (желудка, кишечника, биллиарной системы, мочеточника, мочевого пузыря), парезы и параличи мышц гортани, диафрагмы, нейросенсорная тугухость, сексуальный невроз, энурез.

Противопоказания. Острые воспалительные (особенно гнойные) процессы, спастические параличи и парезы, повышенная электровозбудимость мышц, содружественные патологические сокращения мышц, ранние признаки контрактуры, анкилозы суставов, переломы костей до их консолидации, шов нерва, сосуда в течение первого месяца после операции.

Параметры. При проведении электростимуляции выбирают форму импульсного тока, частоту следования импульсов и регулируют их амплитуду. Адекватные параметры импульсного тока устанавливают на основании результатов *электродиагностики* (см. ниже). При этом добиваются выраженных безболезненных ритмических сокращений мышц пациента. Длительность используемых для электростимуляции импульсов составляет 1-1000 мс. Для мышц лица и кисти сила тока составляет 3—5 мА, а для мышц плеча, голени и бедра 10-15 мА.

В настоящее время для мионейростимуляции используют отечественные *аппараты* Миоритм 040, Миотон-604, Стимул-1, Стимул-2, СНМ2-01, а также зарубежные приборы Нейропульс, Нервостат, Neuroton, Duodynator, Stereodynator, Myodyn, Minidin, Endomed, ERGON, CS-210 и многие другие. Для элек-

тростимуляции нервов и мышц применяют также аппараты для диадинамотерапии и амплипульстерапии, причем последние используют как в выпрямленном, так и переменном режимах. Стимуляцию внутренних органов проводят с использованием аппаратов "Эндотон-1" и АЭС ЖКТ. Генерируемые ими импульсы имеют различную длительность, частоту и напряжение.

Электростимуляцию проводят при помощи воздействия импульсным током на пораженный двигательный нерв или мышцу. До начала электростимуляции осуществляют *электродиагностику* - использование импульсного тока для определения исходных функциональных свойств нервов и мышц в зависимости от их реакции на электрические импульсы и определения характера лечебных воздействий.

Выделяют следующие виды электродиагностики:

- классическая электродиагностика;
- расширенная электродиагностика;
- хронаксиметрия;
- определение кривой "сила-длительность";
- электромиография;
- электронейромиография.

В клинической практике наиболее часто используют первые два вида, остальные же применяют в основном для анализа динамики состояния пораженных нервов и мышц, а также эффективности проводимых процедур электростимуляции.

При поражении периферических проводников первое исследование выполняют не ранее чем на 10-14-е сутки от начала заболевания. При этом используют физиологическое положение конечностей. Для лучшей визуализации реакций на исследуемые участки направляют световой поток от лампы Соллюкс. Электродиагностику сначала проводят на нервах и мышцах здоровой стороны тела, а затем переходят на пораженную. При двухстороннем поражении используют специальные таблицы электровозбудимости двигательных точек различных нервов (таблицы Штинцинга).

В *классической электродиагностике* применяют однополюсную и двухполюсную методики исследования.

В первом случае точечный диагностический (референтный) электрод площадью 1 см, обтянутый гидрофильной прокладкой, устанавливают на *двигательную точку нерва* - область его проекции в месте наиболее поверхностного расположения или *двигательную точку мышцы* - место входа двигательного нерва в мышцу. Топография указанных точек подробно описана

в конце XIX века Р.Эрбом, в связи с чем их часто называют точками Эрба (рис. 19).

Второй электрод - индифферентный (направляющий) - площадью 200 $см^2$ размещают на уровне грудных или поясничнокрестцовых сегментов спинного мозга.

При двухполюсной методике используют точечный электрод с ручным прерыванием тока и двумя разводными равновеликими браншами, которые располагают по направлению нерва или мышцы.

Для проведения классической электродиагностики применяют следующие виды токов (рис. 20):

- постоянный ток с ручным прерыванием длительности (рис. 20А);

-импульсы тока прямоугольной формы (токи Ледюка) продолжительностью 0,1-100 мс, частотой 0,5-160 $имп \cdot с^{-1}$ и скважностью от 1:2 до 1:10 (рис. 20Б);

- импульсы тока экспоненциальной формы (токи Лапика) продолжительностью 1,6-60 мс и частотой 0,5-120 $имп \cdot с^{-1}$ (рис. 20В);

-импульсы тока треугольной остроконечной формы (тетанизирующие токи) с продолжительностью импульса 1-1,5 мс, частотой 100 $имп \cdot с^{-1}$ (рис. 20Г).

Классическую электродиагностику производят для определения степени повреждения нервов и мышц однополюсным методом. Для ее проведения используют *прерывистый* (постоянный) и *импульсный* (тетанизирующий) токи. При этом необходимо учитывать, что амплитуда порогового тока, вызывающего двигательную реакцию здоровой мышцы, для импульсов прямоугольной, треугольной и экспоненциальной форм составляет соответственно 2-4, 1 и 4-6 мА.

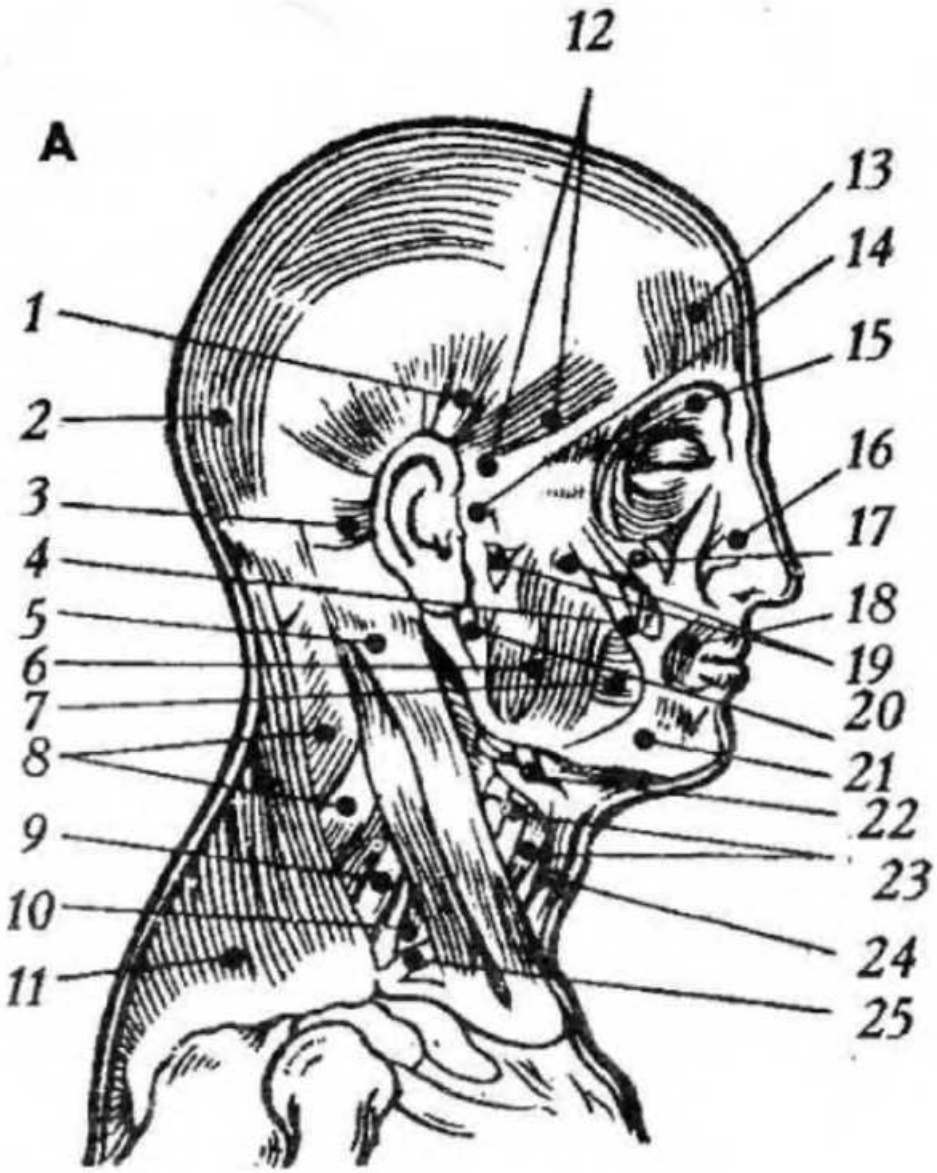
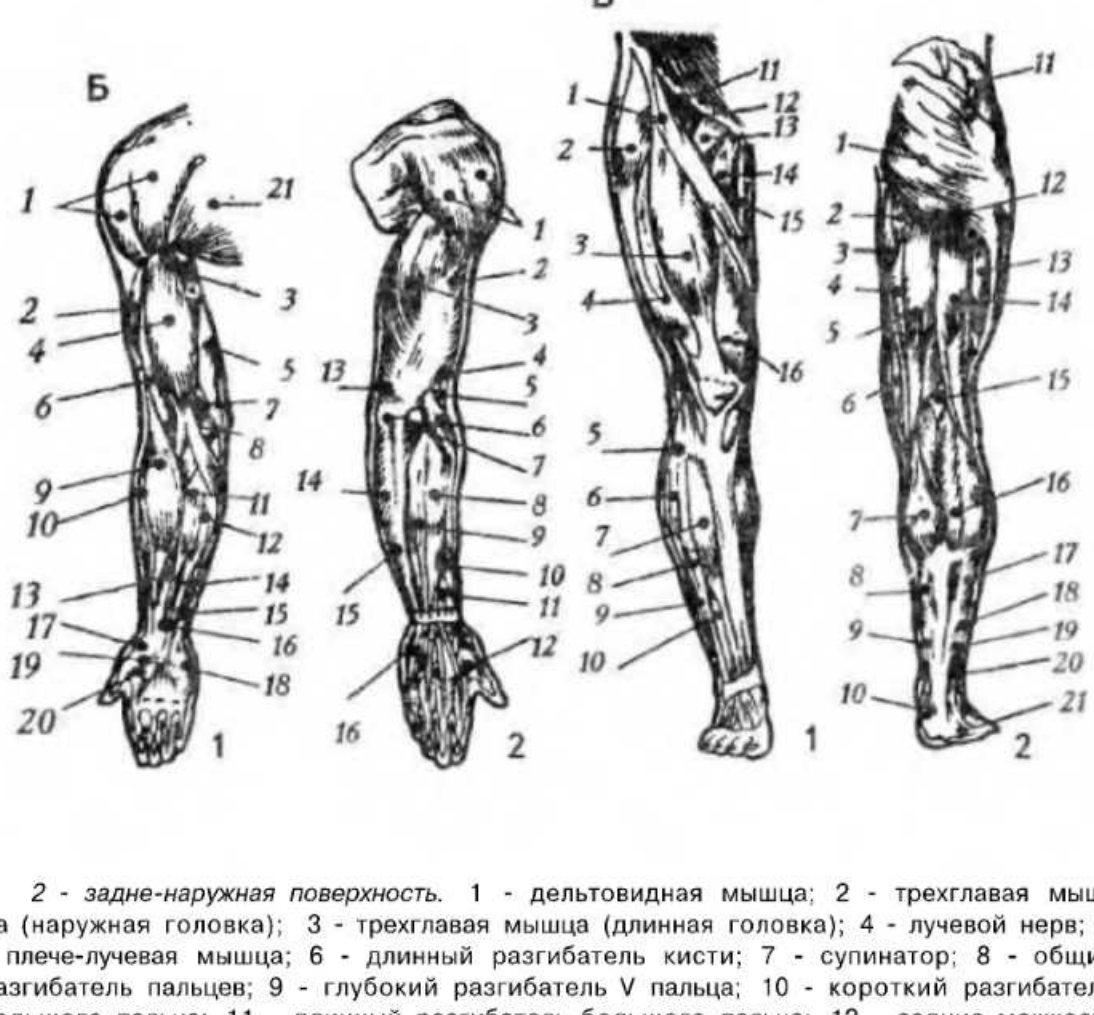


Рис. 19. Двигательные точки лица и шеи (А), передней (1) и задней (2) поверхностей руки (Б) и ноги (В).

А. 1- височная мышца;2 -затылочная мышца; 3 - задняя ушная мышца; 4 - скуловая мышца; 5 - грудино-ключично-сосцевидная мышца; 6 - жевательная мышца; 7 -щечная мышца; 8 - ременная мышца; 9 - мышца, поднимающая угол лопатки; 10 - лестничная мышца; 11 - трапецевидная мышца; 12 - верхняя ветвь лицевого нерва; 13 - лобная мышца; 14 - ствол лицевого нерва; 15 - круговая мышца глаза; 16 - мышца крыла носа; 17 - скуловая малая мышца; 18 - круговая мышца рта; 19 - средняя ветвь лицевого нерва; 20 - нижняя ветвь лицевого нерва; 21 - мышца, поднимающая подбородок; 22 - шилоподъязычная мышца; 23 - грудино-подъязычная мышца; 24 грудино-щитовидная мышца; 25 - плече-подъязычная мышца.

Б. / - *передне-внутренняя поверхность.* 1 - дельтовидная мышца; 2 - трехглавая мышца; 3 - клювовидноплечевая мышца; 4 - двухглавая мышца; 5 - трехглавая мышца; 6 - наружная плечевая мышца; 7 - срединный нерв; 8 - круглый пронатор кисти; 9 - плече-лучевая мышца; 10 - лучевой сгибатель кисти; 11 - длинная ладонная мышца; 12 - короткая ладонная мышца; 13 - длинный сгибатель большого пальца; 14 - поверхностный сгибатель пальцев; 15 - локтевой нерв; 16 - срединный нерв; 17 - отводящая мышца большого пальца; 18 - отводящая мышца мизинца; 19 - короткий сгибатель большого пальца; 20 - приводящая мышца большого пальца; 21 - большая грудная мышца.



2 - задне-наружная поверхность. 1 - дельтовидная мышца; 2 - трехглавая мышца (наружная головка); 3 - трехглавая мышца (длинная головка); 4 - лучевой нерв; 5 - плече-лучевая мышца; 6 - длинный разгибатель кисти; 7 - супинатор; 8 - общий разгибатель пальцев; 9 - глубокий разгибатель V пальца; 10 - короткий разгибатель большого пальца; 11 - длинный разгибатель большого пальца; 12 - задние межкостные мышцы; 13 - трехглавая мышца (медиальная головка); 14 - локтевой разгибатель кисти; 15 - глубокий разгибатель II пальца; 16 - мышца, отводящая V палец.

В. */ - передняя поверхность.* 1 - портняжная мышца; 2 - мышца, напрягающая широкую фасцию бедра; 3 - четырехглавая мышца бедра; 4 - наружная широкая мышца бедра; 5 - малоберцовый нерв; 6 - длинная малоберцовая мышца; 7 - передняя большеберцовая мышца; 8 - общий разгибатель пальцев; 9 - короткая малоберцовая мышца; 10 - разгибатель большого пальца; 11 - бедренный нерв; 12 - подвздошнопоясничная мышца; 13 - гребешковая мышца; 14 - длинная приводящая мышца; 15 - большая приводящая мышца; 16 - внутренняя широкая мышца бедра.

// - задняя поверхность. 1 - большая ягодичная мышца; 2 - длинная приводящая мышца; 3 - большая приводящая мышца; 4 - полусухожильная мышца; 5 - полуперепончатая мышца; 6 - портняжная мышца; 7 - икроножная мышца (внутренняя головка); 8 - камбаловидная мышца; 9 - общий сгибатель пальцев; 10 - задняя большеберцовая мышца; 11 - малая ягодичная мышца; 12 - седалищный нерв; 13 - наружная широкая мышца; 14 - двуглавая мышца бедра; 15 - большеберцовый нерв; 16 - икроножная мышца; 17 - камбаловидная мышца; 18 - длинная малоберцовая мышца; 19 - короткая малоберцовая мышца; 20 - сгибатель большого пальца; 21 - мышца, отводящая V палец.

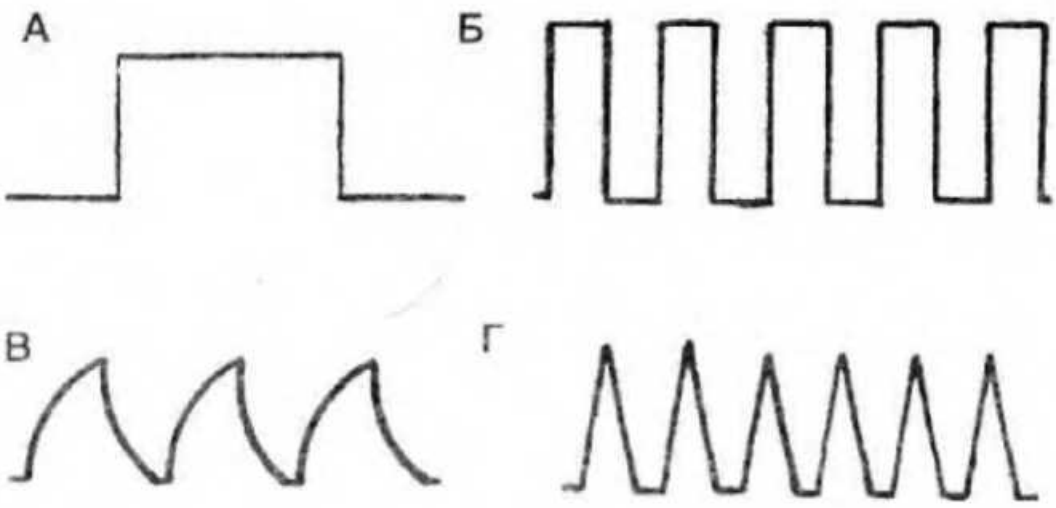


Рис. 20, Эпюры основных видов импульсных токов, используемых для электростимуляции.

А - постоянный ток с ручным прерыванием длительности; Б - импульсный ток прямоугольной формы; В - импульсный ток экспоненциальной формы; Г - импульсный ток треугольной формы (тетанизирующии ток).

Первоначально количественно определяют возбудимость нервов и мышц под катодом и анодом в двигательных точках для тетанизирующих импульсов по минимальной силе импульсного тока, вызывающего едва заметное сокращение мышцы. Затем определяют силу постоянного тока, при котором происходит *молниеносное одиночное сокращение* мышцы (МОС) под катодом.

Количественные изменения с повышением возбудимости наблюдаются при *тетании, спазмофилии, гемиспазме, блефароспазме, контрактурах, писчем спазме, центральных парезах и параличах.* Напротив, понижение возбудимости происходит при *легких степенях повреждения двигательного нейрона, амиотрофии, связанной с длительной иммобилизацией конечностей, миастении, миопатии* и пр.

Качественные изменения возбудимости проявляются в вялом червеобразном сокращении мышцы (ВЧС) вместо молниеносного под действием постоянного тока. Такое изменение характера мышечного сокращения происходит при отсутствии двигательной иннервации мышцы, которая сокращается за счет активации вегетативных нервов. Другими качественными признаками изменения возбудимости являются нарушение закона полярности сокращения мышц Пфлюгера, а также отсутствие или несоответствие ответных реакций на тетанизирующии ток (гальвано-тетанизирующая диссоциация). Сочетание этих изме-

нений позволяет верифицировать *реакцию перерождения.* По степени ее выраженности различают *частичную, полную реакцию перерождения,* а также *утрату электровозбудимости* (табл. 7).

Таблица 7
Характеристика изменений возбудимости при реакции перерождения

Исследуемая структура	Частичная реакция перерождения		Полная реакция перерождения		Утрата электровозбудимости	
	Постоянный ток	Импульсный ток	Постоянный ток	Импульсный ток	Постоянный ток	Импульсный ток
Нерв	Снижена	Снижена	Угасла	Угасла	Угасла	Угасла
Мышца	Вялое сокращение КЗС<АЗС	Снижена	Вялое сокращение КЗС<АЗС	Угасла	Угасла	Угасла

Реакция перерождения свидетельствует о поражении клеток серого вещества спинного мозга, двигательных ядер черепномозговых нервов, стволов периферических нервов. Она развивается при *боковом амиотрофическом склерозе, опухолях передних рогов спинного мозга, тяжелых травматических повреждениях периферических нервных стволов, а также полимиелорадикулоневрите.* Частичная реакция перерождения имеет благоприятный прогноз и свидетельствует о возможности восстановления нарушенных функций. При полной реакции перерождения из-за дегенерации нерва и анатомических изменений иннервируемой им мышцы прогноз менее благоприятен, но при адекватной терапии возможно существенное улучшение функциональных свойств возбудимых тканей. Наконец, при длительном патологическом процессе в мышцах и нервах происходит их замещение жировой и соединительной тканью и полная утрата возбудимости.

К реакциям с количественно-качественными изменениями возбудимости относится *миотоническая реакция* - вялое тетаническое сокращение мышцы, продолжающееся и после воздействия импульсами тока треугольной формы наряду с повышенной возбудимостью и извращением формулы полярности. Напротив, уменьшение амплитуды сокращений мышц и последующее их прекращение определяют как миастеническую реакцию мышцы на электрические стимулы.

Расширенную электродиагностику проводят для определения оптимальных параметров тока, необходимых для электростимуляции нервов и мышц.

Для проведения расширенной электродиагностики используют импульсные токи различной формы. Определяют форму, амплитуду и частоту импульсов, а также количество посылок серий импульсов в 1 мин, при которых происходит безболезненное сокращение мышцы. Вначале используют однополярный метод. Если при однополярной методике невозможно вызвать сокращение мышц или одновременно происходит сокращение мышц-антагонистов, переходят к двухполярному методу с расположением электродов в начале мышцы и в месте ее перехода в сухожилие. Чем больше степень поражения мышцы, тем меньшую частоту модуляции используют для ее стимуляции. По мере восстановления сократимости частоту посылок серий импульсов увеличивают.

В зависимости от глубины патологических изменений реакция нервов и мышц на импульсы различной формы неодинакова. Так, при функциональных изменениях ответная реакция мышцы на импульсы экспоненциальной и прямоугольной формы выражена лучше, чем на тетанизирующий. Исходя из этого, расширенную электродиагностику начинают с импульсов тетанизирующего тока. При отсутствии реакции возбуждения нервов и мышц определяют действующие параметры импульсов экспоненциального тока, на который мышца реагирует удовлетворительным тетаническим сокращением. Импульсы с такими параметрами и используют для электростимуляции.

В середине курса электростимуляции и по его окончании вновь определяют степень возбудимости нервов и мышц с использованием построения кривой "сила-длительность" или измерения их хронаксии. Указанные процедуры позволяют оценить степень восстановления функциональных свойств и дать прогноз заболевания.

Методика. После проведения электродиагностики приступают к электростимуляции нервов и мышц. При незначительно выраженных поражениях ее проводят по *монополярной* методике. Активный электрод площадью до 4 $см^2$ с гидрофильной прокладкой располагают в области двигательных точек нерва или мышцы. Другой направляющий электрод (площадью 100 $см^2$) фиксируют в области соответствующего сегмента. Для электростимуляции нервов и мышц при их выраженных патоло-

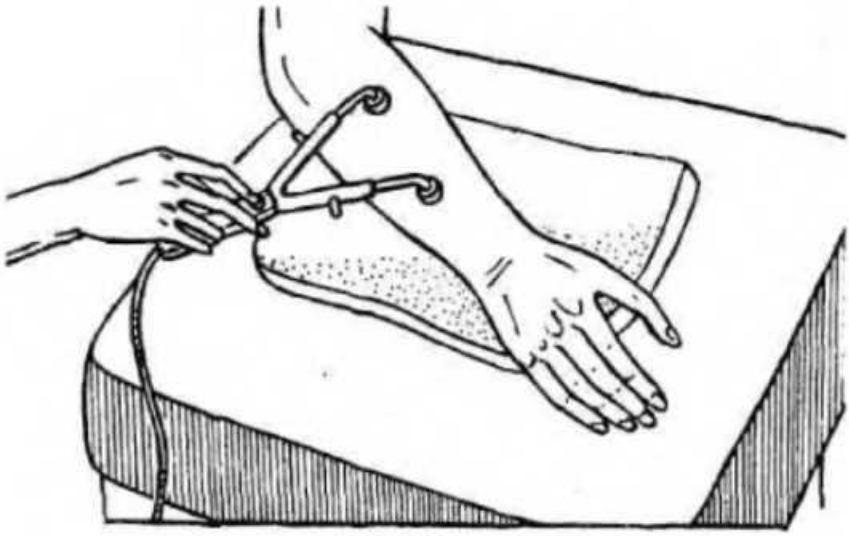


Рис. 21. Расположение электродов при электростимуляции мышц-разгибателей кисти.

гических изменениях целесообразно использовать *биполярный* метод. В этом случае применяют два равновеликих электрода площадью 6 $см^2$. Один из них (катод) размещают на двигательной точке, а другой (анод) в месте перехода мышцы в сухожилие (рис. 21).

При проведении процедур необходимо добиваться сокращения только патологически измененных мышц. В случае же сокращения здоровых мышц-антагонистов необходимо вместо однополярной методики сокращения перейти к двухполярной.

По мере восстановления функции мышц больному рекомендуют сочетать активные движения конечности с пассивными ритмическими сокращениями мышц. Выделяют пассивную (ритмическую) и активно-пассивную стимуляцию. В первом случае больной не принимает участия в активном сокращении мышц. При активно-пассивной электростимуляции электрические импульсы сочетают с ортодромными эффекторными влияниями из головного мозга, формируемыми при волевом сокращении мышц.

Электростимуляцию внутренних органов проводят по локальной и рефлекторно-сегментарной методике с использованием модуляций импульсов тока преимущественно низкой частоты.

Продолжительность проводимых ежедневно или через день процедур зависит от характера и степени тяжести поражения нервов и мышц и не превышает 15 мин. Курс лечения составляет 15-20 процедур и при необходимости может быть повторен через 2 недели-1 месяц.

Диадинамотерапия

Диадинамотерапия - метод лечебного воздействия на организм диадинамическими импульсными токами.

Используемые в данном методе диадинамические токи ритмически возбуждают миелинизированные нервные проводники соматосенсорной системы (кожные и мышечные афференты), принадлежащие к Ар-волокнам (рис. 22). Известно, что нервные проводники кожи обладают максимальной чувствительностью к таким токам (см. табл. 3). Возникающие ритмические восходящие афферентные потоки по толстым миелинизированным волокнам распространяются по направлению к желатинозной субстанции задних рогов спинного мозга и далее по палеоспиноталамическим, неоспиноталамическим и спиноретикулоталамическим трактам активируют эндогенные опиоидные и серотонинергические системы ствола головного мозга и формируют доминантный очаг возбуждения в его коре.

Доминанта ритмического раздражения по закону отрицательной обратной индукции вызывает делокализацию болевой доминанты в коре и активирует центры парасимпатической нервной системы. Активация нисходящих физиологических механизмов подавления боли приводит к уменьшению болевых ощущений пациента, вплоть до полной анальгезии. Этому способствует и вызываемое диадинамическими токами уменьшение проводимости и изменение лабильности Аδ- и С-волокон, скорость распространения спайков по которым значительно меньше, чем по Аβ-волокнам. В результате афферентная импульсация из болевого очага не достигает восходящих проводящих путей и не поступает в центральную нервную систему (см. рис. 22). Указанные изменения афферентных импульсных потоков наиболее выражены в тканях, находящихся под катодом. Антальгическое действие Диадинамических токов потенцируется при одновременном введении местных анестетиков *[duadi/намофорез)* и продолжается от 2 до 6 часов. Формируемые в результате активации корковых и подкорковых центров нисходящие эфферентные импульсные потоки усиливают скорость кровотока в пораженных органах и тканях, активируют трофические влияния симпатической нервной системы и местные защитные гуморальные механизмы. Происходит активация выброса эндорфинов, увеличение активности ферментов,

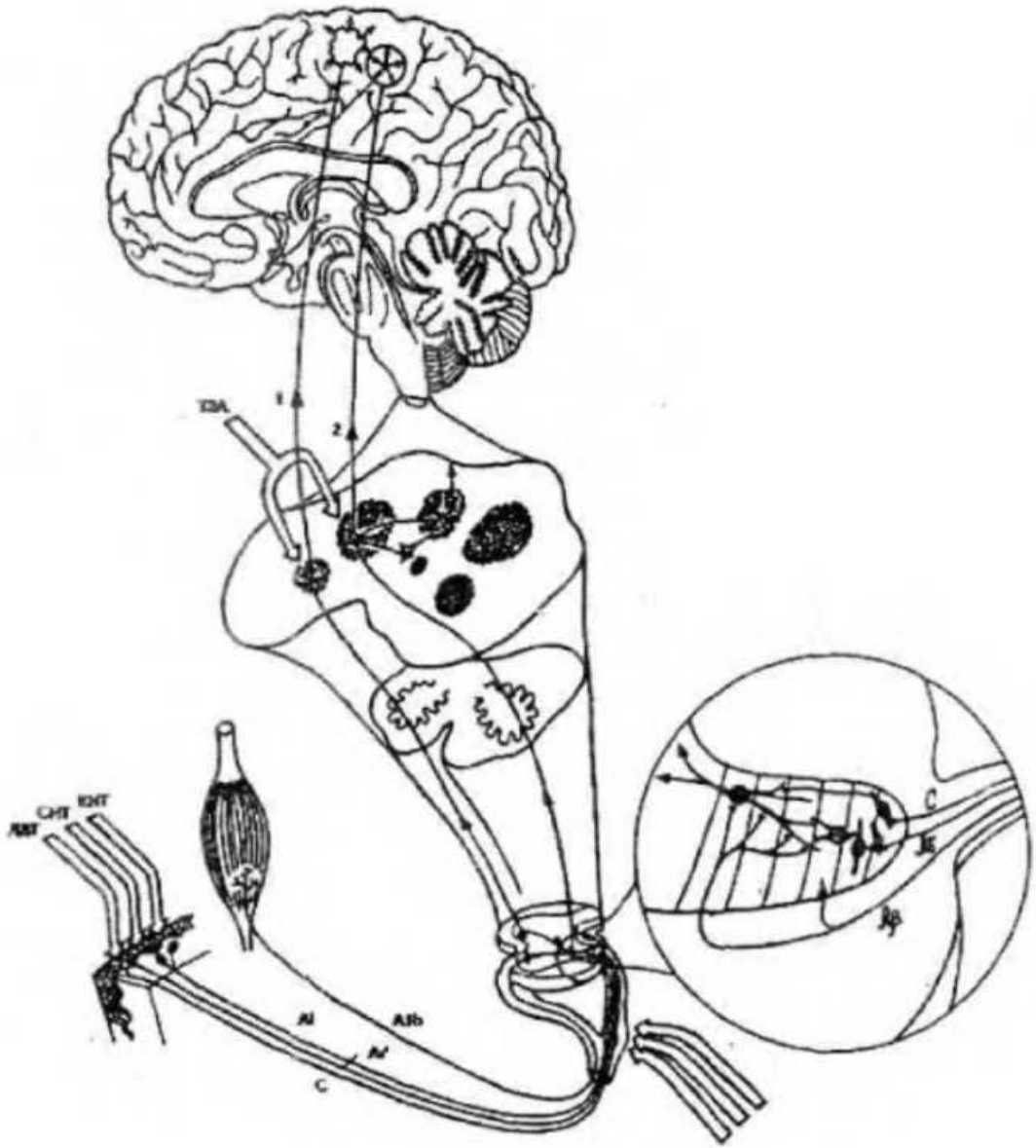


Рис. 22. Схема анальгетического эффекта импульсных и переменных токов. ДДТ - диадинамические токи; КИТ - короткоимпульсные токи; СМТ - синусоидальные модулированные токи; ТЭА - транскраниальная электроанальгезия. Стрелками обозначены места приложения токов. Aα-, Aβ-, Aδ- и C - типы нервных волокон. 1 - спиноталамический тракт (скорость проведения импульсов 1-30 м·с$^{-1}$), 2 - спиноретикулярный тракт (скорость проведения импульсов 70 м·с$^{-1}$).

утилизирующих алгогенные медиаторы (ацетилхолинэстераза и гистаминаза) и биологически активные соединения (кининазы).

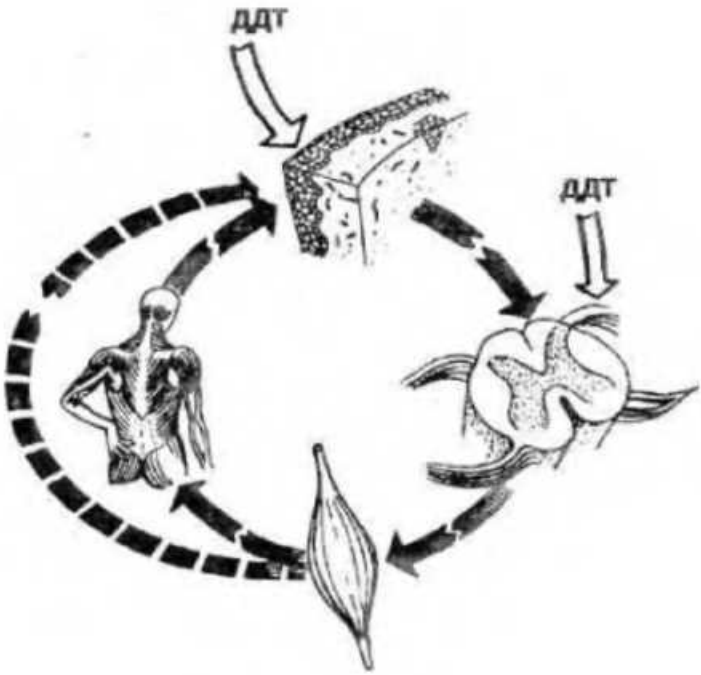


Рис. 23. Схема спазмолитического действия диадинамических токов (ДДТ) при повышении мышечного тонуса вследствие поражения корешков спинного мозга (разрыв "порочного круга боли").

Диадинамические токи при действии на паравертебральные зоны активируют клетки Реншоу и восстанавливают нарушенную систему спинального торможения (рис. 23). Это приводит к уменьшению повышенного мышечного напряжения, связанного с болевым синдромом (разрыву порочного болевого круга). При непосредственном воздействии на пораженные участки тела такие токи вызывают ритмические сокращения большого числа миофибрилл скелетных мышц и гладких мышц сосудов. Изменение их контрактильных свойств приводит к своеобразному массажу сосудов микроциркуляторного русла, что определяет рефлекторное усиление кровотока, а также увеличивает количество активных анастамозов и коллатералей.

Используемые в данном методе импульсные токи активируют обменные процессы в тканях. В результате их температура в зоне воздействия увеличивается на 0,4-1° С. Наряду с гиперемией, сокращение гладких мышц сосудов вызывает увеличение венозного оттока, перераспределение содержания ионов и диполей воды в интерстиции, способствует удалению продуктов аутолиза клеток, дегидратации тканей и уменьшению их отека. Изменение соотношения ионов приводит к повышению дисперсности белковых коллоидов цитозоля, существенно изменяет проницаемость плазмолеммы и клеточных мембран. Уменьшение периневрального отека улучшает функциональные свойства

нервных проводников (прежде всего их возбудимость и проводимость) в зоне воздействия. Такие отеки часто являются причиной болезненных ощущений пациента. Необходимо отметить, что рефлекторный характер регуляции сосудистого тонуса определяет усиление кровотока в участках тела, иннервируемых из одного сегмента спинного мозга, в том числе и на противоположной стороне.

Лечебные эффекты: *мионейростимулирующий, анальгетический, вазоактивный, трофический.*

Показаний. Острые и 'подострые заболевания периферической нервной системы (радикулит, неврит, радикулоневрит, симпаталгия, травмы спинного мозга), острые травматические повреждения костно-мышечной системы (повреждения связок, ушибы, миалгии, периартриты, атрофия мышц), заболевания сердечно-сосудистой системы (гипертоническая болезнь II стадии, болезнь Рейно, атеросклероз сосудов конечностей, варикозная болезнь, облитерирующий эндартериит), бронхиальная астма, заболевания желудочно-кишечного тракта (холецистит, дискинезия желчевыводящих путей, атонический и спастический колиты, панкреатит), ревматоидный артрит, энурез, деформирующий остеоартроз, болезнь Бехтерева, хронические воспалительные заболевания придатков матки, спаечная болезнь.

Противопоказания. Переломы костей с неиммобилизированными костными отломками, моче- и желчекаменная болезнь, тромбофлебиты, острые боли висцерального происхождения (приступ стенокардии^ инфаркт- миокарда, почечная колика, роды, хирургические манипуляции), повышенная чувствительность к электрическому току, психоз, рассеянный склероз.

Параметры. Для проведения процедур используют диадинамические токи - импульсы полусинусоидальной формы с задним фронтом, затянутым по экспоненте с частотой 50 и 100 Гц. Автор данного метода французский врач-стоматолог P.Bernard показал, что возбудимые ткани организма быстро адаптируются к таким токам. Для уменьшения адаптации необходимо изменять форму электрического раздражения, что приводит к необходимости использования диадинамических токов в различных сочетаниях. В настоящее время применяют 5 основных сочетаний (видов) этих токов и 2 вида их волновой модуляции (рис. 24).

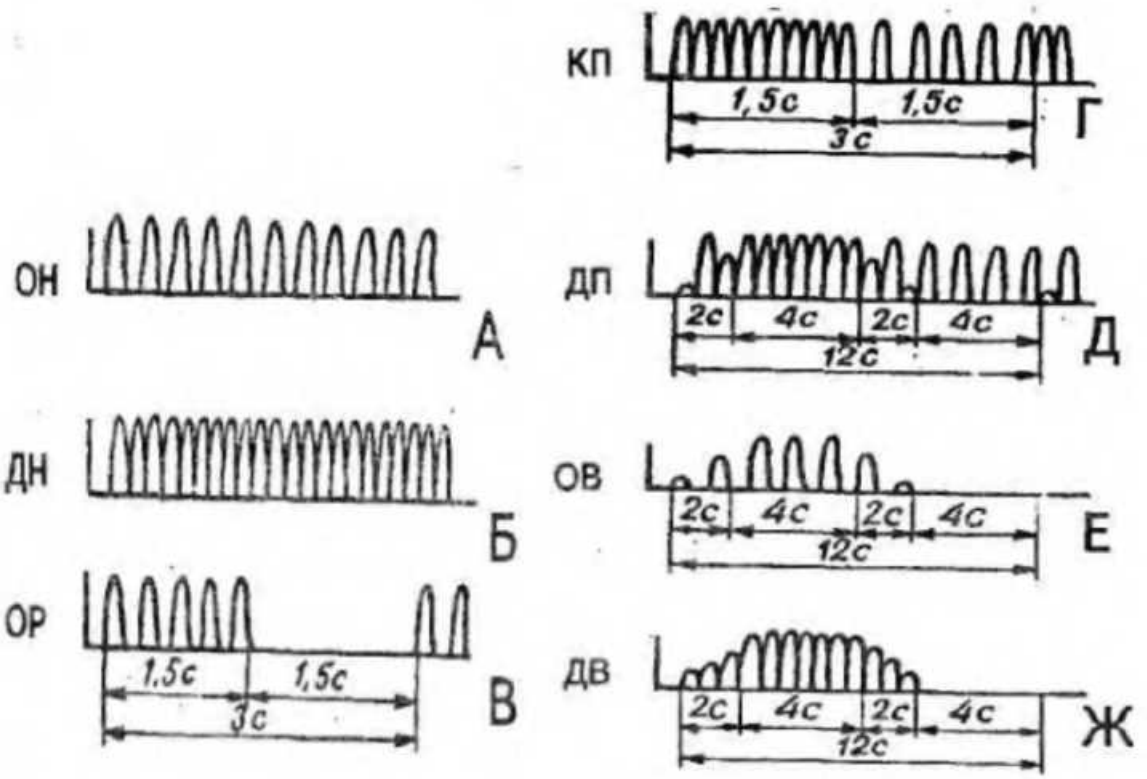


Рис. 24. Основные виды диадинамических токов.
ОН - однополупериодный непрерывный; ДН - двухполупериодный непрерывный; ОР - однополупериодный ритмический; КП - ток, модулированный коротким периодом; ДП - ток, модулированный длинным периодом; ОВ - однополупериодный волновой; ДВ - двухполупериодный волновой.
По оси абсцисс: время; i,с; по оси ординат: сила тока, I, мА.

Основные виды диадинамических токов. Однополупериодный непрерывный (ОН, monophase fixe) полусинусоидальный ток частотой 50 Гц (рис. 24А). Обладает выраженным раздражающим и миостимулирующим действием, вплоть до тетанического сокращения мышц. Вызывает крупную неприятную вибрацию у пациента.

Двухполупериодный непрерывный (ДН, diphase fixe) полусинусоидальный ток частотой 100 Гц (рис. 24Б). Обладает выраженным анальгетическим и вазоактивным действием, вызывает фибриллярные подергивания мышц, мелкую и разлитую вибрацию.

Однополупериодный ритмический (ОР, rhythme syncope) прерывистый однополупериодный ток, посылки которого чередуются с паузами равной длительности (1:1 или 1,5:1,5 с) (рис. 24В). Оказывает наиболее выраженное миостимулирующее действие во время посылок тока, которые сочетаются с периодом полного расслабления мышц во время паузы.

Ток, модулированный коротким периодом (КП, module en courtes periodes) последовательное сочетание однополупериодного непрерывного (ОН) и двухполупериодного непрерывного (ДН) токов, следующих равными посылками **(1-1,5** с) (рис. 24Г). Такое чередование существенно снижает адаптацию к ним. Данный ток в начале воздействия оказывает нейромиостимулирующее действие, а через 1-2 мин вызывает анальгезию. Его включение вызывает у больного периодические ощущения крупной и мягкой нежной вибрации.

Ток, модулированный длинным периодом (ДП, module en longues periodes) одновременное сочетание посылок однополупериодного непрерывного (ОН) тока длительностью 4 с и двухполупериодного непрерывного (ДН) тока длительностью 8 с. При этом импульсы тока ОН в течение 4 с дополняются плавно нарастающими и убывающими (в течение 2 с) импульсами тока ДН (рис. 24Д). У таких токов уменьшается нейромиостимулирующее действие и плавно нарастают анальгетический, вазоактивный и трофический эффекты. Ощущения больного аналогичны предыдущему режиму воздействия.

Волновые модуляции диадинамических токов. *Однополупериодный волновой* (ОВ) посылки однополупериодного непрерывного тока частотой 50 Гц продолжительностью 4-8 с с постепенным нарастанием и убыванием амплитуды следуют с паузами длительностью 2-4 с (рис. 24Е). Обладает выраженным нейромиостимулирующим действием.

Двухполупериодный волновой (ДВ) посылки двухполупериодного непрерывного тока частотой 100 Гц продолжительностью 4-8 с с постепенным нарастанием и убыванием амплитуды следуют с паузами длительностью 2-4 с (рис. 24Ж). Обладает выраженным нейротрофическим и вазоактивным действием.

Для снижения привыкания больного к импульсному току в рецептуре обычно используют 2-3 вида диадинамических токов. В зависимости от цели воздействия и ожидаемого эффекта используют сочетание базовых токов и их модуляций. Увеличения силы воздействия и количества вводимого лекарственного вещества при диадинамофорезе достигают путем применения постоянной составляющей. Оптимальное соотношение между постоянным и импульсным токами составляет 1:10.

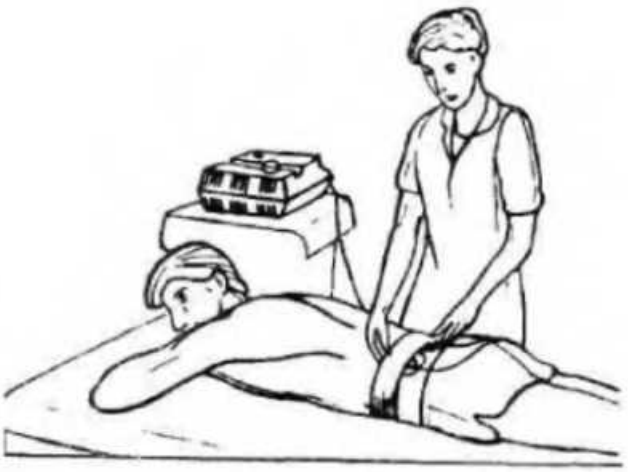


Рис. 25. Диадинамотерапия пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Для проведения процедур диадинамотерапии применяют отечественные *аппараты* Тонус-1 и Тонус-2, зарубежные Бипульсатор, Diadinamic DD-5A, Dinamed, Neuroton, Sonodynator, а также Endomed, EXPERT PLUS, DTV 30 и другие. Они генерируют посылки импульсов разной продолжительности, частоты, формы с различной длительностью пауз между посылками. Кроме того, у перечисленных аппаратов имеется постоянная составляющая, усиливающая действие диадинамических токов.

Методика. При проведении процедур диадинамотерапии используют плоские электроды различных размеров, применяемые для гальванизации, малые и средние чашечные электроды, а также полостные (ректальные и вагинальные). Плоские электроды размещают на теле больного продольно (поперечно) и фиксируют резиновыми бинтами (рис. 25) или мешочками с песком. При этом стремятся к достижению хорошего контакта электрода с тканями больного. Чашечки полостных электродов тампонируют гидрофильными прокладками. Расстояние между электродами не должно быть меньше их поперечного размера. Электроды необходимо размещать на поверхности кожи в зоне болевого очага, а при использовании локальных электродов перемещать их по ходу вовлеченных в патологический процесс нервов. На болевой очаг накладывают активный электрод, соединенный с катодом, который наиболее эффективно формирует доминанту ритмического раздражения, способствующую купированию острой боли. По образному выражению P.Bernard, "Врач должен гоняться с катодом за болью".

При *диадинамофорезе* анестетиков между кожей больного и гидрофильной прокладкой располагают лекарственную *прослойку,* смоченную раствором препарата. С другого электрода

можно вводить лекарственное вещество противоположной полярности. При последовательном применении иных физических факторов с диадинамотерапией интервал между ними должен превышать 2 часа. Наряду с диадинамофорезом в лечебных целях применяют также *диадинамоиндуктотермию, диадинамогрязелечение и диадинамофонофорез.*

Подводимый к больному ток *дозируют* по силе, которая зависит от формы и величины электродов и составляет от 2-5 до 15-20 мА. Кроме того, при проведении процедур медсестра должна ориентироваться на ощущения больного. Ток постепенно увеличивают до ощущения отчетливой вибрации или чувства сползания электрода. При появлении ощущений жжения под электродами или выраженной гиперемии после процедуры силу тока при последующих процедурах уменьшают.

Продолжительность проводимых ежедневно или два раза в день воздействий не превышает 8-10 минут. Курс лечения составляет 6-12 процедур. При необходимости проводят повторный курс через 2 недели.

Короткоимпульсная электроанальгезия

Короткоимпульсная электроанальгезия - лечебное воздействие импульсными токами на болевой очаг.

Этот метод часто определяют как чрескожную электронейростимуляцию (ЧЭНС, или transcutaneous electro-neurostimulation (TENS)). Однако в отечественной литературе под "электростимуляцией" традиционно понимают процессы возбуждения электрическим оком *двигательных* нервных волокон, тогда как в данном методе электрические импульсы оказывают воздействие преимущественно на *чувствительные* афферентные проводники.

Ритмическое воздействие импульсов электрического тока, длительность и частота которых соизмерима с продолжительностью нервных импульсов и частотой их следования в толстых миелинизированных афферентных проводниках (Аβ-волокнах), приводит к увеличению афферентного потока в них и возбуждает нейроны студенистого вещества спинного мозга. В результате происходящего при этом пресинаптического торможения в боковых рогах спинного мозга уменьшается выделение вещества Р и снижается вероятность передачи импульсов с афферентных

проводников болевой чувствительности (Аδ- и С-волокон) на нейроны ретикулярной формации и супраспинальных структур (рис. 22). Кроме того возбуждение интернейронов задних рогов спинного мозга приводит к выделению в них опиоидных пептидов. При воздействиях другого вида низкочастотные импульсы блокируют проводимость ноцицептивных нервных волокон.

Возникающий в обоих случаях дисбаланс афферентных потоков, согласно теории вентильного управления (pain gate control) (R.Melzack, P.D.Wall), приводит к ограничению потока афферентной импульсации, сигнализирующего в центральную нервную систему о воздействии ноцигенного стимула (см. рис. 22). Дефицит сенсорной информации вызывает растормаживание процессов дифференцировки и ослабление внутреннего торможения в коре головного мозга. Наряду с этим происходит активация выделения серотонина в вентральной системе латеральных ядер среднего мозга и пептидергической системы вентральных ядер гипоталямуса. Анальгезия усиливается при электроимпульсном воздействии на паравертебральные зоны и области отраженных болей, возникающих при заболеваниях определенных органов (зоны Захарьина-Геда). Такие области, как известно, формируются вследствие конвергенции соматосенсорных и висцеросенсорных афферентных волокон на нейронах дорсального рога спинного мозга.

Вызываемые электрическими импульсами малой длительности фибрилляции гладких мышц артериол и поверхностных мышц кожи активируют процессы утилизации в ней алгогенных веществ (брадикинин) и медиаторов (ацетилхолин и гистамин), выделяющихся при развитии болевого синдрома. При этом усиление локального кровотока активирует местные обменные процессы и защитные свойства тканей. Уменьшение периневрального отека улучшает также возбудимость и проводимость кожных афферентов и способствует восстановлению угнетенной тактильной чувствительности в зонах локальной болезненности, а также притоку крови к ишемизированным участкам тканей.

Наряду с перечисленными выше нейрофизиологическими и нейрогуморальными механизмами существенную роль в формировании лечебных эффектов играют психофизиологические феномены отвлечения и суггестивный эффект. При проведении короткоимпульсной электроанальгезии их необходимо учитывать особо, так как число больных, подверженных плацебо-эффекту таких процедур, составляет 30-40%.

Лечебные эффекты: *анальгетический, местный вазоактивный, местный трофический.*

Показания. Болевые синдромы, связанные с поражением периферических нервов (невралгия, неврит, плексит, радикулит), при опоясывающем лишае, каузальгия, фантомно-болевой синдром, анальгетический компонент в общей комбинированной анестезии.

Противопоказания. Острые боли висцерального происхождения (приступ стенокардии, инфаркт миокарда, почечная колика, родовые схватки, хирургические манипуляции), заболевания оболочек головного мозга (энцефалиты и арахноидиты), неврозы, психогенные и ишемические боли.

Параметры. Для короткоимпульсной электроанальгезии используют моно- или биполярные импульсы прямоугольной и треугольной формы (рис. 26) длительностью 20-500 мкс, следующие пачками по 20-100 импульсов с частотой 2-400 имп·с$^{-1}$.

В настоящее время применяют два основных вида короткоимпульсной электроанальгезии. В первом из них используют импульсы тока 5-10 мА, следующие с частотой 40-400 **имп·с$^{-1}$.** Такие импульсы через 2-3 мин от начала воздействия вызывают быструю гипоальгезию соответствующего метамера, которая продолжается не менее 1' часа. Во втором случае применяют импульсы тока 15-30 мА, следующие с частотой 2-12 **имп·с$^{-1}$.** Гипоальгезия развивается через 15-20 минут и захватывает, помимо области воздействия, и соседние метамеры. Такую разновидность короткоимпульсной электроанальгезии используют и при воздействии на биологически активные точки (см. *Электропунктура).*

Для проведения процедур используют большое количество малогабаритных *аппаратов.* Среди них наиболее распространены ЭПБ-60-01 Дельта-101, Дельта-102, Нейрон, Импульс и др. Для эпидуральной и периневральной электроанальгезии применяют аппарат Дельта-301. Универсальным аппаратом для различных видов короткоимпульсной электроанальгезии является Анестим-ПФ. За рубежом выпускают различные модели аппаратов Cefars III, Neuromod, Tenscaro, Staodyn, MesTENS, ENS, TENS CLINICS, TENS 120Z, ACUTENS, 240Z, DI83 и другие. Большинство из них имеют автономное питание и могут быть использованы как в стационаре, так и в домашних условиях. Генерируемые ими сигналы можно изменять по длительности, частоте и силе тока.

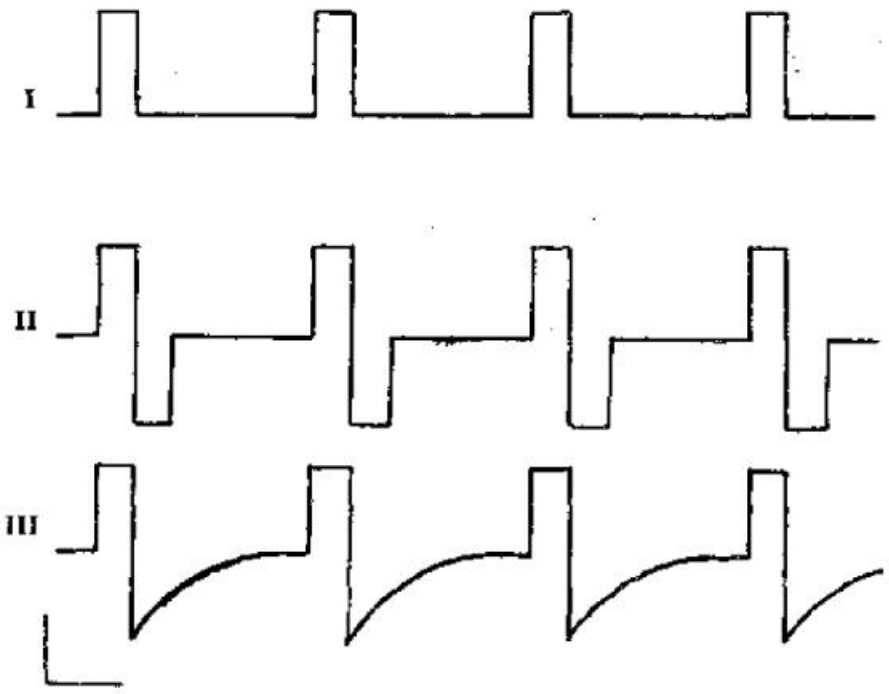


Рис. 26 Основные виды импульсных токов, используемых при короткоимпульсной электроанальгезии.
I - монофазный; II - бифазный симметричный; III - бифазный асимметричный. Калибровка 100 мкс, 100 мА.

Методика. При проведении процедур больному в области проекции болевого очага накладывают и фиксируют электроды. По принципу их размещения различают *периферическую* и *сегментарную* электроанальгезию. При периферическом воздействии электроды располагают в зонах локальной болезненности, точках выхода или проекции соответствующих нервов и в рефлексогенных зонах (рис. 27). Сегментарную методику используют путем размещения электродов в области паравертебральных точек на уровне соответствующего спинномозгового сегмента. По месту воздействия выделяют гомолатеральную (когда электроды размещают на пораженной стороне), контралатеральную (на противоположной симметричной стороне) и билатеральную (электроды с обеих сторон) электроанальгезию.

Параметры импульсных токов *дозируют* по амплитуде, частоте следования и скважности с учетом стадии развития болевого синдрома. Наряду с этим учитывают появление у больного ощущений гипоальгезии. При этом ориентируются также на отсутствие у больного выраженных мышечных фибрилляций в областях расположения электродов.



Рис. 27. Расположение электродов при короткоимпульсной электроанальгезии передних кожных ветвей бедренного нерва.

Лечебные процедуры проводят в течение 20-40 мин до 3-4 раз в день, так как анальгетический эффект однократного воздействия продолжается не более 1-2-х часов. Продолжительность курса определяют по эффективности купирования болевых ощущений пациента. При необходимости повторный курс короткоимпульсной электроанальгезии назначают через 15-30 дней.

Электропунктура

Электропунктура - лечебное воздействие импульсных и переменных токов на биологически активные точки.

Используемые в данном методе токи оказывают воздействие на *биологически активные точки* (БАТ) (см. *Акупунктура).* Несмотря на незначительную амплитуду электрических стимулов, используемых для электропунктуры, их подводят к месту кожной проекции БАТ при помощи электродов малой площади, что приводит к воздействию на точки токов большой плотности, проникающих на значительную глубину. Такие токи при локальном воздействии могут вызывать возбуждение нервных проводников и поверхностную поляризацию других тканей, связанных с БАТ, что приводит к изменению их функциональных свойств.

В отличие от активации серотонинергических систем при электроимпульсном воздействии на зоны локальной болезненности, электропунктура вызывает активацию преимущественно опиоидергическои неиротрасмиттернои системы головного мозга, при помощи которой осуществляется центральная анальге-

зия. При этом на низких частотах в ликворе нарастает содержание мет-энкефалина, а на высоких — р-эндорфина, вызывающего более выраженную анальгезию. Кроме того, экспериментально доказано активирующее воздействие электропунктуры на метаболизм различных тканей организма (нервной, мышечной и эпителиальной).

Лечебные эффекты: *анальгетический, спазмолитический.*

Показания. Заболевания дыхательной системы с аллергическим компонентом (бронхиальная астма смешанной формы, хронический бронхит, аллергическая и нейро-вегетативная риносинусопатия), нейро-циркуляторная дистония по гипертоническому типу, вегето-сосудистые дисфункции, остеохондроз позвоночника и другие заболевания нервной системы с болевым синдромом (невралгии, нейромиозиты, радикулоневриты вне стадии обострения).

Противопоказания, Острые воспалительные заболевания, хронические инфекционные заболевания, острая коронарная недостаточность, нестабильность сердечного ритма.

Параметры. Для электропунктуры применяют однополярные и биполярные импульсы тока частотой 60-1000 имп-с , следующие одиночно или пачками различной длительности, а также (реже) переменные токи. Силу воздействующего тока изменяют от 25 мкА в области головы до 400-500 мкА в области туловища и конечностей. При воздействии на кожные поверхности БАТ чаще используют короткие прямоугольные импульсы частотой до 100 имп$с^{-1}$ и длительностью 1 -мс. Они стимулируют также и кожные афферентные волокна Afi-группы.

Для проведения электропунктуры используют *аппараты* ЭЛАП, Элита-5, ПЭП-1 и Элитерион, ЭДА-1, ЭЛАП-1, Электроника ЭЛИТА-4М, Аксон 01, Рефлекс-03, Рампа и зарубежные Dermatron, Intero Computer Photonic, Vegatest, PG-6, IC-1107, 4107 и другие. Они позволяют измерять импеданс кожи в месте воздействия, стимулировать несколько точек одновременно и автоматически в заданном режиме переключать частоту следования импульсов и их модуляций, полярность импульсов и их форму. Кроме них, используют аппараты для короткоимпульсной электроанальгезии и амплипульстерапии с точечными электродами.

Методика. Процедуры электропунктуры проводит врач с использованием контактных (стержневых или пластинчатых) электродов малой площади (диаметром 1-3 мм). Второй электрод (направляющий) площадью 6 $см^2$ располагают поперечно. Из-за высокого импеданса кожи плотность импульсного тока в области БАТ невелика (менее 10^{-7} $Ам^{-2}$) и недостаточна для возбуждения связанных с ними нервных волокон. Она существенно возрастает при электроимпульсном воздействии через игольчатые электроды, расположенные в точках. В лечебной практике для подведения тока максимальной плотности в область БАТ используют акупунктурные иглы, которые в данном случае являются электродами *(электроакупунктура).* Параметры электроакупунктуры врач подбирает на основании результатов электродиагностики БАТ. Она включает в себя определение электропроводности БАТ и оптимальных режимов электроимпульсного воздействия. Техника проведения электропунктурной диагностики изложена в специальных руководствах. При использовании однополярных импульсов возможно проведение микроэлектрофореза лекарственных веществ в области расположения БАТ.

Процедуры *дозируют* по виду применяемого тока и его плотности. Помимо объективных показателей учитывают субъективные (предусмотренные)

ощущения больным распирания, ломоты и иррадиации по ходу нервно-сосудистых пучков.

Продолжительность однократного воздействия на одну точку импульсными токами составляет 15-30 мин (постоянным - 1-3 мин). Во время одной процедуры используют до 6-8 БАТ. Длительность курса не превышает 5-6 процедур.

Биорегулируемая электростимуляция

В настоящее время разрабатываются и успешно внедряются в клиническую практику методы *биорегулируемой электростимуляции* с использованием обратной связи с больным.

В их основе лежит воздействие на чувствительные и двигательные нервные проводники кожи сериями колебаний тока различной частоты, которая изменяется в зависимости от величины емкостного сопротивления тканей в зоне воздействия. Участок тела больного выступает здесь в качестве своеобразного конденсатора переменной емкости колебательного контура, входящего в состав генератора электромагнитных колебаний аппарата. Частота колебаний такого контура обратно пропорциональна емкости и изменяется вместе с ней. При начальном воздействии импульсами переменного тока, идентичными по своим параметрам (форме, амплитуде и частоте) потенциалам действия одиночных нервных волокон определенного калибра, происходит их электростимуляция. Она приводит к локальным изменениям микроциркуляции и трофики кожи как за счет местных (развивающихся по механизму аксон-рефлекса), так и сегментарно-рефлекторных реакций.

Изменение васкуляризации и метаболизма тканей в зоне воздействия вызывает увеличение их емкости и снижение реактивной составляющей импеданса. Это вызывает уменьшение частоты импульсов переменного тока, формируемых с помощью колебательного контура в аппарате. При определенной длительности периода импульсного сигнала происходит автоматическое прекращение воздействия. Таким образом, динамика параметров биоуправляемого воздействия определяется изменениями электрических свойств тканей больного.

Использование импульсов, по форме сходных с потенциалами действия, обеспечивает высокую эффективность лечебного воздействия. Частота их следования совпадает с оптимальной частотой импульсации нервных волокон, проходящих в составе чувствительных и двигательных проводников, что обеспечивает последовательную избирательную электростимуляцию различных типов нервных волокон. Она способствует более эффективной реакции на биполярные импульсы кожных нервов и систем регуляции локального кровотока. Кроме того, при паравертебральном воздействии возникают сегментарно-метамерные реакции, регулирующие функции соответствующих внутренних органов и тканей. Наконец, в силу различной формы и частоты генерируемых электрических импульсов адаптация к ним при данном методе воздействия значительно снижена.

Измерение продолжительности нейроадаптивного воздействия на патологический очаг позволяет оценить степень нейро-гуморальной регуляции адаптационно-компенсаторных процессов как в области непосредственного воздействия, так и соответствующего метамера. При курсовом использовании динамика продолжительности мионейростимуляции позволяет сделать за-

ключение об эффективности предшествующего воздействия и состоянии репаративных процессов в очаге поражения.

Лечебные эффекты: *мионейростимулирующий, анальгетический, трофический, местный вазоактивный.*

Показания. Центральные параличи и парезы, вялые параличи с наличием болевого синдрома и выраженных трофических нарушений, неврит, невралгия, остеохондроз позвоночника, ишемический инсульт, гипертоническая болезнь I-II стадии, трофические язвы, переутомление, неврозы.

Противопоказания. Острые гнойные воспалительные заболевания, флеботромбоз, тромбофлебит, нарушения противосвертывающей системы крови, геморрагический инсульт.

Параметры. Большинство аппаратов формируют пачки биполярных затухающих импульсов с плавным нарастанием амплитуды от 10 до 250 В. Длительность первой фазы этих импульсов во время воздействия плавно изменяется от 25 до 40 мкс, а число импульсов в пачке зависит от исходного импеданса кожи и находится в пределах от 20 до 250. Длительность пачки генерируемых импульсов (0,4-4 с) в процессе воздействия может увеличиваться. Некоторые из аппаратов формируют парные импульсные сигналы в виде экспоненциально-затухающих синусоидальных колебан й, следующих друг за другом через определенный промежуток.

В настоящее время биорегулируемую электростимуляцию с использованием обратной связи с больным проводят при помощи *аппаратов* Myopulse, Automove, Zen Trainer и других. В таких аппаратах предусмотрена возможность автономного питания и они могут быть использованы как в лечебных стационарах, так и домашних условиях. Генерируемые ими импульсные сигналы изменяются по длительности, частоте и напряжению.

Методика. Биоуправляемую электростимуляцию осуществляют по локальной и сегментарно-рефлекторной методикам. В первом случае воздействуют в кожной проекции болевого очага путем фиксированного расположения электродов. Во втором случае электроды располагают в точкх выхода или проекции соответствующих спинномозговых сегментов, биологически активных точках, паравертебральных и рефлексогенных зонах.

Подводимые к больному импульсные токи *дозируют* по напряжению, которое увеличивают до появления ощущений отчетливой безболезненной вибрации под электродами. Остальные параметры воздействия регулируют автоматически.

Продолжительность процедуры определяется автоматически - аппарат самопроизвольно отключается при превышении длительности первой фазы импульса 45 мкс и продолжительности периода импульса 75-80 мкс. Предусмотрена возможность использования непрерывного режима электростимуляции, при которой устанавливается дискретная частота следования импульсов, а продолжительность воздействия регулирует врач.

Рекомендуемая литература

Алексеенко А.В. Внутритканевой электрофорез. - Черновцы, 1991.

Бернар П. Диадинамическая терапия. Пер. с фр. - М., Медгиз, 1961.

Болевой синдром / Под ред. Ю.Д.Игнатова. Л., Медицина, 1991.

Колесников Г.Ф. Электростимуляция нервно-мышечного аппарата. Киев,: Здоровь'я, 1977.

Парфенов А.П. Лекарственный электрофорез. Л.: Медицина, 1973.

Пономаренко Г.Н. Электромагнитотерапия и светолечение. СПб., 1995.

Портнов Ф.Г. Электропунктурная рефлексотерапия. Рига,: Зинатне, 1988.

Улащик В.С. Теория и практика лекарственного электрофореза. Мн., Беларусь, 1976.

Улащик В.С. Новые методы и методики физической терапии. Мн.: Беларусь, 1986.

ГЛАВА 3

ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

НИЗКОЧАСТОТНАЯ ЭЛЕКТРОТЕРАПИЯ

Амплипульстерапия

Амплипульстерапия - лечебное воздействие на организм синусоидальными модулированными токами.

Основным действующим фактором данного метода является переменный электрический ток частотой 5000 Гц, модулированный по амплитуде, что и было положено в основу названия метода *(амплипульс* - амплитудные пульсации). Наряду с амплитудной, такие токи подвергаются также и низкочастотной модуляции.

Подводимые к телу больного синусоидальные модулированные токи вызывают в подлежащих тканях значительные токи проводимости, которые возбуждают нервные и мышечные волокна. Основу этих реакций составляет активация потенциалзависимых ионных каналов нейролеммы и сарколеммы, что приводит к изменению исходной поляризации мембран и генерации потенциалов действия (спайков). Количество активируемых ионных каналов обусловлено соответствием частоты модуляции переменного тока и кинетических характеристик ионных каналов, а также глубиной амплитудной модуляции. Чем ниже частота модуляции воздействующего переменного тока, тем большую продолжительность имеют серии его колебаний. При этом открываются не только преобладающие на возбудимых мембранах быстроактивирующиеся ионные каналы, но и мед-

ленноактивирующиеся. В результате возбуждающее действие фактора усиливается. Напротив, с повышением частоты модуляции и уменьшением продолжительности серий колебаний оно становится меньше. С другой стороны, чем больше глубина амплитудной модуляции переменного тока, тем с большей вероятностью в процесс возбуждения вовлекаются ионные каналы не только с низкими, но и с высокими порогами срабатывания. Следовательно, нейромиостимулирующий эффект синусоидальных модулированных токов параметрически зависит от частоты и глубины их модуляции. При этом его эффективность несколько выше, чей у постоянного тока, но уступает диадинамическим и флюктуирующим токам (см. табл. 3).

Вследствие значительной напряженности наводимого электромагнитного поля в тканях в процесс возбуждения вовлекаются кожные, мышечные и висцеральные афференты, а также двигательные и вегетативные нервные волокна. Из-за совпадения частоты модуляции с частотой следования спайков по нервным волокнам разных типов в них формируется ритмически упорядоченный поток афферентной импульсации в центральную нервную систему. Это позволяет широко использовать синусоидальные модулированные токи в купировании боли у пациентов.

Анталгическое действие синусоидальных модулированных токов реализуется теми же путями, что и диадинамических (см. *Диадинамотерапия).* Вместе с тем, они вызывают более эффективную блокаду периферических проводников болевой чувствительности, вплоть до их парабиоза (см. рис. 22). Кроме того, из-за слабой адаптации к таким токам в центральной нервной системе формируется выраженная доминанта ритмического раздражения, связанная сильными временными связями с центрами нейроэндокринной регуляции головного мозга. Такая доминанта приводит к быстрому угасанию болевой доминанты, а также стимулирует трофическую функцию симпатической нервной системы и выделение опиоидных пептидов в стволе головного мозга.

Наряду с центральными механизмами купирования болевого синдрома, синусоидальные модулированные токи активируют микроциркуляторное русло ишемизированных тканей, уменьшают венозный застой и периневральные отеки, которые часто являются причиной компрессии ноцицепторных проводников. Сочетание этих механизмов обусловливает более значимый болеутоляющий эффект, который выражен у 90-98% больных. При этом синусоидальные модулированные токи наиболее эф-

фективно купируют болевые синдромы, связанные с перераздражением вегетативных волокон (симпаталгии).

Серии синусоидальных модулированных токов при их значительной амплитуде способны вызвать ритмическое сокращение большого числа миофибрилл, которое при частоте модуляции выше 10 Гц может привести к тетанусу гладких и скелетных мышц. Из-за периодического изменения вектора напряженности создаваемых в тканях электрических полей миостимулирующее действие выражено здесь в меньшей степени по сравнению с диадинамическими токами. Исходя из этого синусоидальные модулированные токи способны вызвать возбуждение мышц и иннервирующих их двигательных волокон только на ранних стадиях перерождения. Тем не менее из-за воздействия данного лечебного фактора на все ткани межэлектродного пространства происходит сокращение не только скелетных мышц, но и гладких мышц внутренних органов.

В результате конвергенции восходящих афферентных потоков на различных уровнях центральной нервной системы происходит активация сосудодвигательного и дыхательного центров. Это приводит к выраженным изменениям гемодинамики и функции внешнего дыхания (урежается частота сердечных сокращений и дыхания, повышается тонус мозговых сосудов). Синусоидальные модулированные токи увеличивают артериальный приток и венозный отток, что вызывает нарастание температуры тканей на 0,8-1,0° С. Происходит также усиление сократительной функции сердца и функции внешнего дыхания (нарастает его глубина). Наряду с этим синусоидальные модулированные токи повышают тонус кишечника, желчевыводящих путей и мочеточников. Активация трофических процессов во внутренних органах восстанавливает их функции при дистрофических изменениях и стимулирует репаративную регенерацию тканей.

Лечебные эффекты: *нейромиостимулирующий, анальгетический, сосудорасширяющий, трофический.*

Показания. Заболевания периферической нервной системы с болевым синдромом (невралгия, неврит, радикулит, плексит, нейромиозит, каузалгия), гипертоническая болезнь I-II стадии, заболевания органов дыхания (хронический бронхит, бронхиальная астма), желудочно-кишечного тракта (функциональные расстройства желудка, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, рефлюкс-эзофагит, дискинетические запоры, дискинезия желчевыводящих путей), заболевания суставов

(ревматоидный артрит, деформирующий артроз, периартрит), энурез, импотенция функционального характера.

Противопоказания. Переломы с неиммобилизированными костными отломками, желче- и мочекаменная болезнь, повышенная чувствительность к электрическому току, варикозная болезнь.

Параметры. Для амплипульстерапии используют переменные гармонические (синусоидальные) токи частотой 5 кГц, модулированные по частоте в диапазоне 10-150 Гц. Глубина амплитудной модуляции токов достигает 100%. Для лечебного воздействия применяют переменный и постоянный режимы генерации электромагнитных колебаний. В первом случае они распространяются в виде амплитудных пульсаций, а во втором монополярных синусоидальных импульсов. Амплитуда модулирующего тока не превышает 50 мА. Амплипульстерапию осуществляют отдельными сериями колебаний тока, следующими в определенной последовательности, которые определяют род работы. Выделяют *пять* основных *родов* работы.

Первый род работы (IPP, ПМ, *постоянная модуляция)* — модуляция тока основной (несущей) частоты (рис. 28А) токами фиксированной частоты (в диапазоне 10-150 Гц) и глубины модуляции (рис. 28Б, В). Сила возбуждающего эффекта нарастает с уменьшением частоты модуляции и увеличением ее глубины.

Второй род работы (IIPP, ПП, *посылки-паузы)* — сочетание посылок тока несущей частоты, модулированных одной частотой (в диапазоне 10-150 Гц) с паузами. Продолжительность посылок тока и пауз дискретна в пределах 1-6 с (рис. 28Г). Такой режим обеспечивает выраженную контрастность воздействия синусоидальных модулированных токов на фоне пауз и обладает наиболее выраженным нейромиостимулирующим эффектом.

Третий род работы (IIIPP, ПН, *посылки-несущая частота)* — сочетание посылок тока, модулированного определенной частотой (в диапазоне 10-150 Гц) с посылками немодулированного тока частотой 5 кГц. Продолжительность посылок тока дискретна в пределах 1-6 с (рис. 28Д). Стимулирующее действие синусоидальных модулированных токов в таком сочетании

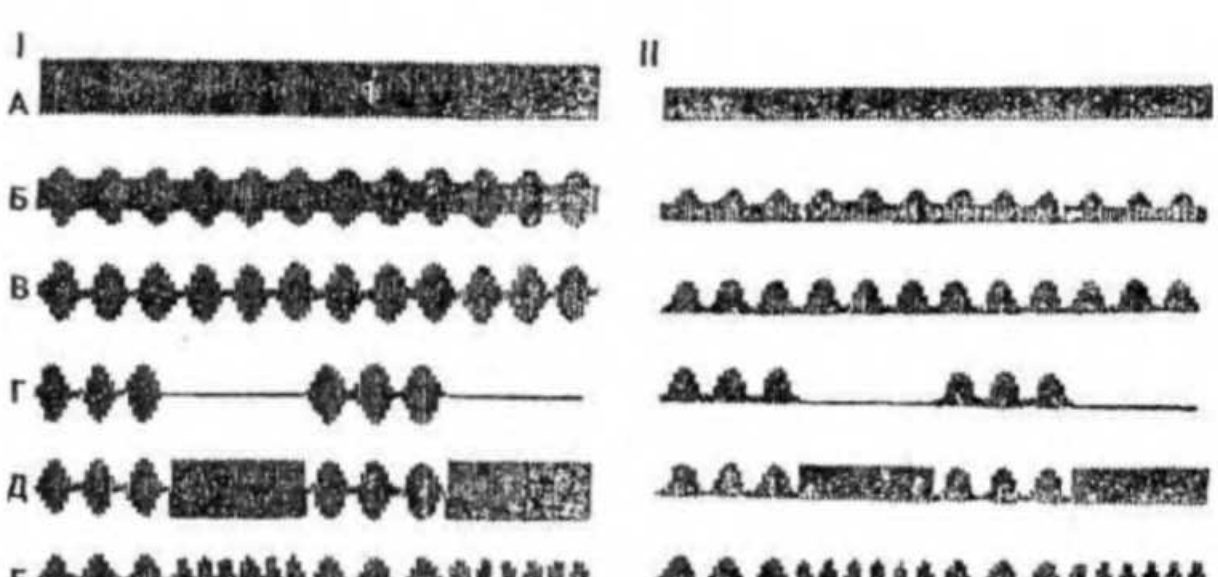


Рис. 28. Эпюры основных видов синусоидальных модулированных токов.

I - переменный режим генерации; II - постоянный режим генерации.

А - немодулированные колебания (несущая частота); IPP - (ПМ) постоянная модуляция; Б - неполная (50%) глубина модуляции; В - полная (100%) глубина модуляции; Г - IIPP - (ПП) посылки модулированного тока сочетаются с паузами; Д - IIIPP - (ПН) посылки модулированного тока сочетаются с посылками несущей частоты; Е - IV PP - (ПЧ) сочетание посылок тока с различной частотой модуляции; Ж - VPP - (ПЧП) сочетание посылок тока с различной частотой модуляции с паузами.

выражено меньше, чем в предыдущем режиме, но начинает проявляться анальгетический эффект.

Четвертый род работы (IVPP, ПЧ, *перемежающиеся частоты!)* - сочетание чередующихся посылок тока с частотой модуляции 150 Гц и с различными частотами модуляции (в диапазоне 10-150 Гц) (рис. 28Е). Синусоидальные модулированные токи в этом случае оказывают наибольший анальгетический эффект, который возрастает при уменьшении разности между частотой 150 Гц и избранной частотой модуляции.

Пятый род работы (VPP, ПЧП, *перемежающиеся частоты-паузы)* - сочетание чередующихся посылок тока с различными частотами модуляции в диапазоне 10-150 Гц и пауз между ними (рис. 28Ж). Такой режим обеспечивает слабовыраженную контрастность воздействия синусоидальных модулированных токов на фоне пауз и обладает мягким нейромиостимулирующим и трофическим действием.

Стимулирующий эффект значимо увеличивается в выпрямленном режиме при использовании II и V родов работы. В этом режиме синусоидальные модулированные токи по своим эффектам в наибольшей степени сходны с диадинамическими. Кроме того, в выпрямленном режиме возможно проведение *амплипульсфореза* лекарственных веществ.

Процедуры выполняют при помощи *аппаратов* Амплипульс-5 и Амплипульс-6. Их функциональные возможности практически одинаковы и различаются лишь степенью автоматизации, установки и чередования режимов работы. Кроме них, для амплипульстерапии можно использовать аппарат Стимул-2. Несущая частота токов в нем составляет 2000 Гц и они модулируются серией прямоугольных би- и монополярных импульсов низкой частоты. Такие токи обладают более выраженным нейромиостимулирующим эффектом и могут быть успешно использованы для электростимуляции мышц и внутренних органов здорового человека.

Методика. Процедуры амплипульстерапии проводят больному в условиях максимального расслабления мышц. Используют пластинчатые электроды, которые располагают на теле больного через прокладки толщиной 1 см, выполненные из гидрофильного материала (рис. 29). Площадь электродов прямоугольной или круглой формы должна быть соизмерима с размерами патологического очага. Электроды фиксируют при помощи эластичных бинтов, повязок, мешочков с песком или путем размещения больного над электродами.

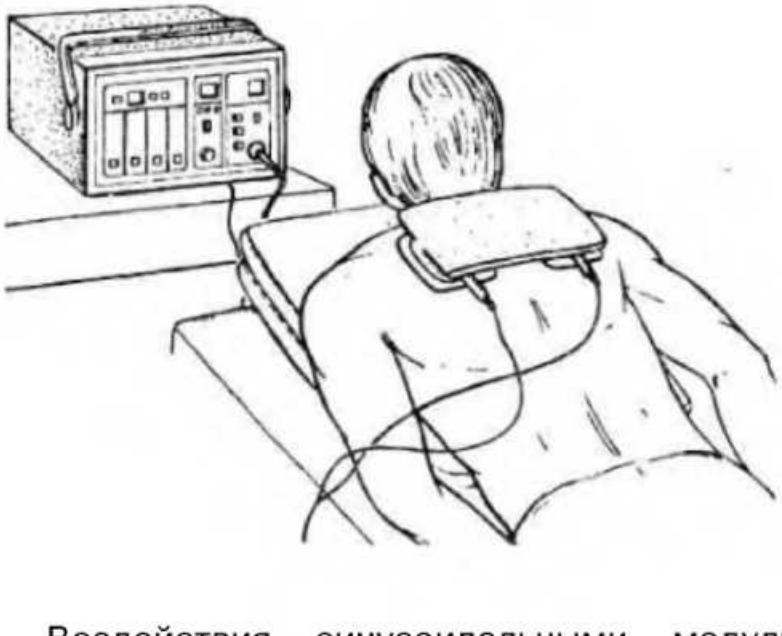


Рис. 29. Амплипульстерапия шейного отдела позвоночника.

Воздействия синусоидальными модулированными токами проводят с использованием нескольких родов работы. Чем более выражен болевой синдром, тем в большей степени увеличивают частоту модуляции тока в III роде работы, которым воздействуют 3-5 мин. Напротив, в IV роде работы разница частот должна быть небольшой (обычно используют частоты модуляции 90 и 120 Гц или 130 и 150 Гц), длительность посылок 1-2 с, а воздействие ограничено 3-4 мин. С уменьшением болевого синдрома к 3-4-й процедуре частоту модуляции уменьшают до 30-60 Гц, а глубину модуляции увеличивают до 50-75%. При нерезко выраженных болях с атрофией мышц на пораженные ткани воздействуют синусоидальными модулированными токами II рода работы, а затем IV рода работы по 3-5 мин.

Наряду с лекарственным электрофорезом аплипульстерапию сочетают с грязелечением *{амплипульспелоидотерапия),* криотерапией *(криоамплипульсфорез),* ультразвуковой терапией *{амплипульсфонофорез).*

Дозирование процедур амплипульстерапии осуществляют по плотности тока, частоте и глубине модуляции, длительности посылок. Плотность тока, подводимого к тканям больного, не должна превышать 0,1 $мА \cdot см^{-2}$. Помимо объективных показателей учитывают ощущение больным мягкой безболезненной вибрации под обоими электродами.

Продолжительность проводимых ежедневно или через день воздействий не превышает 20-30 минут, на курс назначают 6-10 процедур. При сильном болевом синдроме допускается прове-

дение процедур 2 раза в день. При необходимости повторный курс амплипульстерапии назначают через 15-30 дней.

Интерференцтерапия

Интерференцтерапия - метод лечебного использования интерференционных токов.

Физическую основу метода составляет сложение двух электромагнитных колебаний одинаковой амплитуды (А) и близкой частоты $f_1 \cong f_2$ (рис. 30А), в результате которого происходит их интерференция (рис. 30Б). Известно, что при сложении двух переменных токов одинаковой силы с близкими, но различающимися между собой частотами, результирующие электромагнитные колебания заряженных частиц определяются по формуле:

$$x = A\cos 2\pi f_1 t + A\cos 2\pi f_2 t = 2A\cos 2\pi((f_1 + f_2)t/2)\sin 2\pi((f_1 - f_2)t/2) \quad [3.1]$$

Результатом этих колебаний будет возникновение биений (модулированных по амплитуде токов с несущей частотой $(f_1 + f_2)/2$ и глубиной модуляции 100%), частота которых составляет $f_1 - f_2$ (рис. 30В). Из-за особенностей образования интерференционные токи имеют удвоенную амплитуду исходных токов (см. формулу 3.1) в месте их образования и оказывают наиболее выраженное воздействие на глубокорасположенные ткани. Необходимо также учитывать, что возбуждающим действием обладает преимущественно низкочастотная составляющая интерференционных токов, а не его несущая частота. Поэтому образующие биения токи не вызывают раздражения афферентов соматосенсорной системы. Напротив, благодаря соответствию периода биений инерционности потенциалзависимых ионных каналов нейролеммы и сарколеммы, интерференционные токи оказывают выраженное воздействие на возбудимые ткани внутренних органов. Они вызывают деполяризацию сарколеммы гладких мышц и изменение функциональных свойств висцеральных афферентов, модулируют эффекторную нейротрофическую регуляцию внутренних органов. Из-за большой продолжительности каждого биения (10-50 мс), интерференционные токи способны вызвать возбуждение биологических тканей с низкой лабильностью.

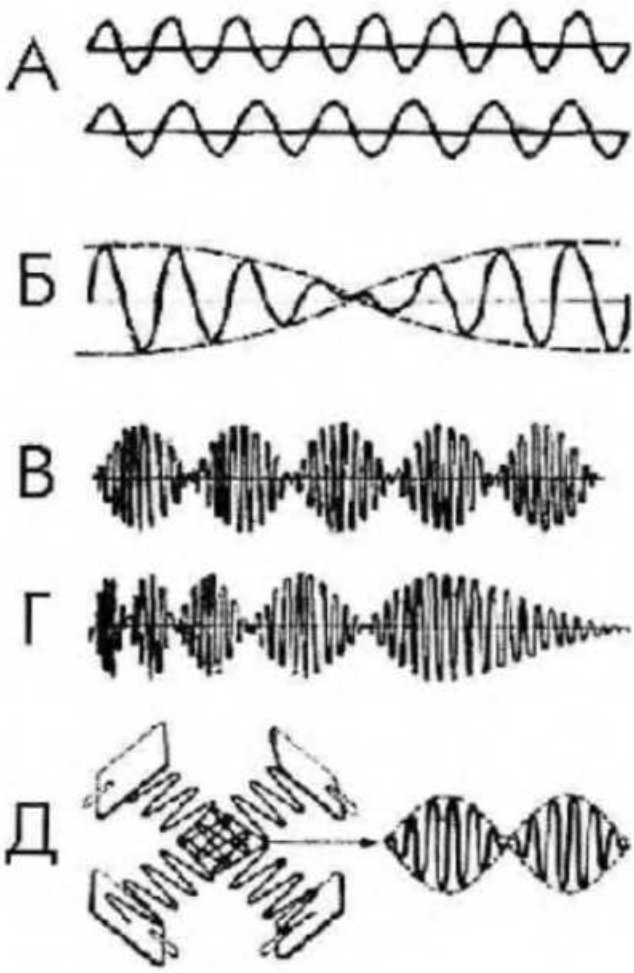


Рис. 30. Формирование интерференционных токов.

А - исходные колебания, подводимые к тканям больного при помощи электродов (несущие частоты); Б - интерференционные токи (биения), возникающий внутри тканей; В - интерференционные токи с постоянной частотой биений; Г - интерференционные токи с изменяющейся частотой биений; Д - схема расположения электродов.

Возбуждение интерференционными токами миелинизированных проводников, принадлежащих Аβ-волокнам, приводит к периферической блокаде импульсации из болевого очага (по принципу воротного блока), а также угнетает импульсную активность немиелинизированных проводников болевой чувствительности (С-волокон) и вегетативных ганглиев.

Эффективность делокализации интерференционными токами болевой доминанты и активации опиоидных пептидов в антиноцицептивной системе ствола головного мозга выражены слабее, чем у диадинамических и синусоидальных модулированных токов. В силу особенностей метода интерференция исходных токов возникает в широкой зоне межэлектродного пространства, что позволяет воздействовать на внутренние органы на большой площади.

В зависимости от частоты биений интерференционные токи вызывают или ритмическое сокращение гладких мышц сосудов или внутренних органов, что приводит к усилению их кровоснабжения и лимфооттока. Происходящие при этом изменения регионарной гемодинамики усиливают кислородное снабжение внутренних органов, устраняют тканевую гипоксию и повышают интенсивность метаболизма тканей. Этому способствует и существенное уменьшение спазма сосудов внутренних органов, усиление венозного оттока, что приводит к снижению отеков и улучшению их трофики. Кроме того, интерференционные токи стимулируют дифференцировку остеобластов, фиброклазию грануляционной ткани и регенерацию проводников периферической нервной системы. Существенным недостатком данного метода является быстрое привыкание организма к интерференционным токам, что требует постоянной вариации частоты биений. Сюда же следует отнести и трудности формирования интерференционных токов на ограниченных по площади очагах.

Лечебные эффекты: *анальгетический, мионейростимулирующий, трофический, спазмолитический, дефиброзирующий.*

Показания. Болевые синдромы с перераздражением проводников болевой чувствительности и вегетативных волокон (вегеталгии, невралгии, радикулопатии, опоясывающий лишай), заболевания и травмы опорно-двигательного аппарата (ушибы, разрывы связок, переломы костей после иммобилизации), гипертоническая болезнь I-II стадии, облитерирующий эндартериит, болезнь Рейно, заболевания желудочно-кишечного тракта (хронический гастрит, дискинезии желчевыводящих путей, атонический и спастический колиты), деформирующие артрозы (особенно крупных суставов), воспалительные заболевания органов малого таза (аднексит, параметрит).

Противопоказания. Острые воспалительные процессы, переломы с неиммобилизированными костными отломками, желче- и мочекаменная болезнь, тромбофлебит и флеботромбоз, имплантированные кардиостимуляторы (при воздействии на расстоянии менее 50 см от искусственного водителя ритма), дефекты кожи в области воздействия, внутрисуставные переломы с гемартрозом и в ранний период (2 нед).

Параметры. Частоты токов силой 50 мА, используемых для сложения в двух цепях, подводимых к больному, составляют 3 - 5 кГц, а разница между ними достигает 200 Гц. Исходя из формулы 3.1, максимальная частота биений в этом случае со-

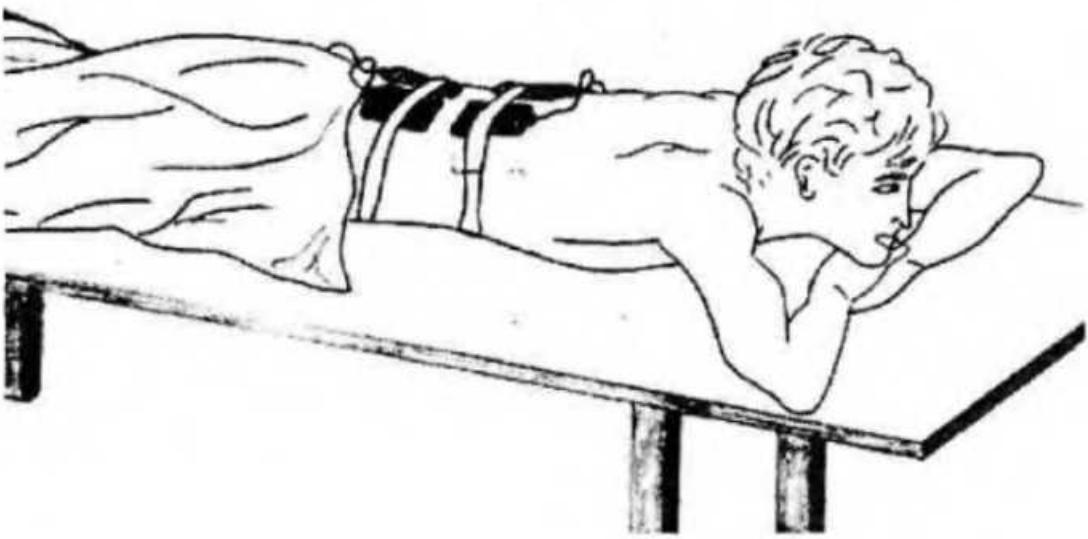


Рис. 31. Интерференцтерапия поясничной области.

ставляет 100 Гц (рис. 30В), причем она может варьировать в различных диапазонах (от 25-50 до 1-100 Гц), повторяющихся в течение процедуры в заданном режиме работы (рис. 30Г). Таким образом, интерференционные токи представляют собой синусоидальные модулированные токи с частотой модуляции 1-100 Гц и глубиной 100%. Однако, в отличие от них, интерференционные токи формируются в глубокорасположенных тканях больного.

Для проведения процедур используют *аппараты* Interferator vector automatic, Duodynator, Stereodynator, Interferential Therapy Unit, Nemectrodin, Endomed, Interdyn, ID-79M, Интерференцпульс, Интерференц-ИФМ, IF-7P, DIT-83 и другие.

Методика. Для проведения процедур интерференцтерапии на кожу больного накладывают две или три пары электродов таким образом, чтобы силовые линии подводимых каждой парой электродов электромагнитных полей перекрещивались с силовыми линиями полей, подводимых другими парами, в области патологического очага (рис. 30Д). К одной цепи присоединяют диагонально расположенные электроды. В зависимости от его локализации каждую пару электродов размещают либо на противоположных участках тела *поперечно* (рис. 31), либо на одной стороне *(продольно)*. При поперечной методике используют две пары электродов, а при объемной - три *(стереоинтерференцтерапия)*. Первый вариант расположения электродов более предпочтителен. Применяют токопроводящие

электроды площадью от 2 до 300 $см^2$ с тонкими (до 0,5 см) гидрофильными прокладками, либо вакуумные электроды-чашечки (с давлением до $(1-2)\cdot 10^4$ Па). Площадь электродов выбирают в зависимости от размеров участка, подлежащего воздействию. Во избежание ожога они не должны соприкасаться друг с другом.

Интерференционные токи максимальной частоты (90-100 Гц) оказывают наиболее выраженное анальгетическое и спазмолитическое действие. Усиления нейромиостимулирующего эффекта достигают при уменьшении частоты биений (до 25-50 Гц). Ритмически изменяемые интерференционные токи в диапазоне 1-5 Гц вызывают периодические сокращения мышц и возбуждение вегетативных нервных волокон. Для снижения адаптации организма к интерференционным токам используют более широкий диапазон биений (1-100 Гц). Необходимо также отметить, что интерференционные токи частотой 1-10 Гц повышают тонус симпатической нервной системы, а с увеличением частоты биений его уменьшают. Помимо лечебного воздействия непосредственно на патологический очаг, такими токами можно воздействовать и на рефлекторно-сегментарные зоны, а также трансцеребрально по методике электросонтерапии.

Сила тока в парах электродов зависит от их площади и индивидуальной чувствительности больного. Из-за особенностей метода она может быть значительно больше, чем при применении других импульсных токов, и достигать 30-50 мА. Во время процедуры силу тока увеличивают до ощущения мягкой, отчетливо выраженной вибрации в зоне интерференции исходных токов.

Продолжительность проводимых ежедневно или через день процедур интерференцтерапии составляет 5-15 мин (в острую фазу заболевания) или 20-30 мин (в хроническую фазу). Курс лечения 10-15 процедур. При необходимости повторный курс интерференцтерапии назначают через 15-30 дней.

Флюктуоризация

Флюктуоризация - лечебное использование переменных токов со спонтанно изменяющейся частотой и амплитудой. Вследствие стохастического характера изменений параметров следующих электромагнитных колебаний адаптация к ним снижена по сравнению с синусоидальными модулированными то-

ками, а чувствительность нервных проводников кожи и слизистых к ним высока (см. табл 3).

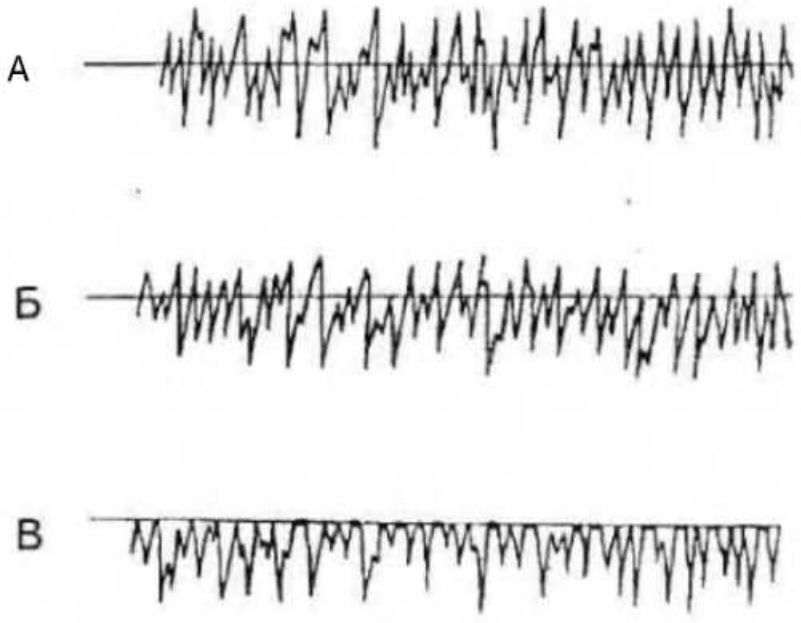
Используемые в данном методе переменные токи вызывают возбуждение кожных афферентов, принадлежащих преимущественно тонким миелинизированным (Аδ-типа) и немиелинизированным С-волокнам. Возникающие вследствие этого асинхронные афферентные потоки подавляют импульсацию из болевого очага и тем самым вызывают анальгезию. Достигая задних рогов спинного мозга, эти афферентные потоки вызывают также сегментарно-рефлекторные реакции, которые проявляются в усилении регионарного кровотока и активации трофических процессов в тканях. Повышение возбудимости нервных проводников сменяется при длительном воздействии ее угнетением, возникающим вследствие парабиоза чувствительных нервных проводников.

Наряду с рефлекторными ответами, флюктуирующие токи вызывают выраженные местные реакции. Стимулируемые ими аритмические фибрилляции миофибрилл, при плотности тока свыше 1,5 $мА \cdot см^{-2}$ переходят в хаотические подергивания мышц, что приводит к увеличению проницаемости эндотелия сосудов пораженных тканей. Фибрилляции мышечных волокон активируют кровоток и лимфоотток в очаге воспаления и активируют репаративную регенерацию в расположенных под активным электродом тканях. Возникающее при флюктуоризации расширение просвета сосудов вызывает кратковременную (в течение 30 мин) гиперемию кожи в зоне расположения электродов и увеличивает температуру подлежащих тканей на 0,4° С.

Беспорядочно меняющиеся по амплитуде и частоте электрические токи вызывают набухание ядер клеток шиповатого слоя эпидермиса, стимулируют эпителизацию ран. Такие токи ограничивают очаг гнойного воспаления и за счет усиления фагоцитарной активности лейкоцитов и клеточного иммуногенеза способствуют его быстрому разрешению. Они также мобилизуют факторы неспецифической резистентности и ускоряют формирование грануляционной ткани.

Лечебные эффекты: *анальгетический, местный миостимулирующий, противовоспалительный, трофический.*

Показания. Заболевания периферической нервной системы с болевым синдромом (каузалгия, нейромиозиты, миальгия, глоссалгия, невралгия, остеохондроз), боли после экстракции зубов,



Рис, 32. Эпюры основных видов флюктуирующих токов.
А - двухполярный симметричный; Б двухполярный несимметричный; В - однополярный.

стоматологические заболевания (альвеолит, пародонтоз, периодонтит, глоссит и др.). хронические воспалительные заболевания поверхностных тканей, абсцессы и флегмоны после оперативного лечения, артрит височно-нижнечелюстного сустава, воспаление придатков.

Противопоказания. Острые инфекционные заболевания, тромбооблитерирующие заболевания, вибрационная болезнь, невроз навязчивых состояний, синдром Меньера, непереносимость электрического тока, состояние после инфаркта миокарда в течение 6 месяцев.

Параметры. Для флюктуоризации применяют переменные или однонаправленные периодические токи частотой 100-2000 Гц с беспорядочно изменяющейся амплитудой. Диапазон используемых напряжений достигает 100 В, а плотность тока - 3 мА $см^{-2}$. В данном методе применяют 3 формы флюктуирующих токов (рис. 32).

Двухполярный симметричный флюктуирующий ток - непрерывно следующие, хаотически изменяющиеся по полярности и частоте импульсы одинаковой амплитуды (рис. 32А).

Двухполярный несимметричный флюктуирующий ток - непрерывно следующие, хаотически изменяющиеся по частоте импульсы неодинаковой амплитуды и преимущественно отрицательной полярности (рис. 32Б).



Рис. 33. Флюктуоризация срединной ветви тройничного нерва.

Однополярный симметричный флюктуирующий ток - непрерывно следующие, хаотически изменяющиеся по частоте монополярные импульсы (рис. 32В). Такой ток может быть использован для введения лекарственных веществ *(флюктуофорез).*

Процедуры выполняют на *аппарате* АСБ-2-1 (аппарат для снятия боли). В стоматологии используют также переносной аппарат ФС-100 (аппарат для флюктуоризации стоматологический). Функциональные возможности аппаратов практически одинаковы и они различаются только размерами используемых электродов.

Методика. Процедуры флюктуоризации проводят больному с использованием контактных электродов. Один из них (малой площади) располагают в области патологического очага, а второй (направляющий) площадью до 80 $см^2$ на противоположной поверхности. Электроды размещают по продольной и поперечной методике, в области болевого очага или сегментарно-рефлекторных зон (рис. 33).

Дозирование процедур -флюктуоризации осуществляют по виду применяемого тока и его плотности. Помимо объективных

показателей воздействия, учитывает и субъективные ощущения больного. При слабой интенсивности под активным электродом он ощущает легкую вибрацию и покалывание, которые обычно возникают при плотности тока менее 1 $мА \cdot см^{-2}$. Воздействие средней интенсивности приводит к слабым подергиваниям поверхностных мышц (плотность тока 1-2 $мА \cdot см^{-2}$). При большой интенсивности воздействия (плотность тока выше 2 $мА \cdot см^{-2}$) у больного возникают выраженные подергивания мышц в зоне воздействия.

Продолжительность проводимых ежедневно или через день процедур зависит от условий воздействия и не превышает 5-15 мин, курс лечения 3-15 процедур. При необходимости повторный курс флюктуоризации назначают через 15-30 дней.

Ультратонотерапия

Ультратонотерапия - лечебное применение переменных токов высокого напряжения. Используемые в данном методе токи часто необоснованно называют надтональными или токами надтональной частоты (ТНЧ), подчеркивая что их частота превышает верхний порог слухового восприятия человеком акустических колебаний.

При подведении к больному переменных токов в пространстве между телом и электродом образуется *тихии разряд* и в поверхностных тканях возникает ток проводимости. Его плотность недостаточна для раздражения кожных афферентов. Вместе с тем выделяющееся в разрядном промежутке тепло вызывает расширение спазмированных поверхностных сосудов, усиливает кровоток в артериолах, капиллярах и венулах, а также лимфоотток из воспалительного очага. В результате в области лечебного воздействия формируется нестойкая гиперемия. Уменьшение застойных явлений в тканях приводит к снижению болевых ощущений, вызванных периневральным отеком.

Наряду с усилением кровотока в микроциркуляторном русле, возникающий в организме ток активирует метаболизм поверхностных тканей и усиливает их секреторную деятельность. Образующееся в воздухе при формировании тихого разряда небольшое количество озона и окислов азота задерживает размножение микроорганизмов на поверхности кожи.

Лечебные эффекты: *местный вазоактивный, метаболический, противовоспалительный.*



Рис.34. Ультратонотерапия наружного слухового прохода.

Показания. Невриты и невралгии черепно-мозговых нервов, местные воспалительные заболевания кожи и слизистых оболочек полости рта и носа, опоясывающий лишай, себорейная алопеция, нейродермит, экссудативный диатез у детей, длительно незаживающие раны, хронический сальпингоофорит, кольпит, эрозия шейки матки, простатит.

Противопоказания. Непереносимость электрического тока, кровоточивость слизистых оболочек.

Параметры. При проведении ультратонотерапии используют непрерывные гармонические электрические токи частотой 22±1,6 кГц., Подводимое к газоразрядному электроду напряжение составляет 4,5-5 кВт. Сила воздействующего тока не превышает 0,02 мА, а выходная мощность аппарата 10 Вт. Внутри электродов, представляющих собой фигурные стеклянные баллоны различной формы, находится инертный газ неон под давлением 13,3-20 гПа.

Для проведения процедур используют *аппараты* ТЧ-10-1 Ультратон, Ультратон-2 и Ультратон АПМ, имеющие в комплекте грибовидные, вагинальный, ректальный и ушной стеклянные *электроды.*

Методика. Токи низкой частоты подводят к телу больного через стеклянный электрод. После его размещения в области патологического очага включают прибор и увеличивают его выходную мощность до ощущения слабого приятного тепла. Воздействия проводят путем непрерывного контакта электрода с кожей или слизистыми (рис. 34) или по лабильной методике. *Дозирование* процедур ультратонотерапии осуществляют по выходной мощности прибора. При ее нарастании увеличивается

яркость красного свечения газа внутри стеклянного баллона электрода. Кроме того, при проведении процедур ориентируются на ощущение больным умеренного тепла,

Продолжительность проводимых ежедневно воздействий составляет 5 мин на одном участке и не превышает 10-15 мин при воздействии на разные поля. Длительность курса лечения составляет 20 процедур. При необходимости повторный курс ультратонотерапии назначают через 1-2 мес.

СРЕД НЕЧАСТОТНАЯ ЭЛЕКТРОТЕРАПИЯ

Местная дарсонвализация

Местная дарсонвализация - лечебное воздействие на отдельные участки тела больного слабым импульсным переменным током высокого напряжения и средней частоты.

Наибольшая плотность токов смещения при данном методе возникает в поверхностных тканях, где и реализуются основные эффекты лечебного воздействия. Модулированные низкочастотными импульсами токи средней частоты *[тихии разряд)* вызывают раздражение терминальных участков чувствительных нервных волокон кожи, что приводит к изменению их возбудимости и активации микроциркуляции (по механизму аксон-рефлекса). Кратковременный спазм сосудов кожи сменяется их продолжительным расширением вследствие снижения тонуса гладких мышц. В основе кожно-сосудистых реакций лежит изменение конфигурации клеток эндотелия.

При нарастании амплитуды импульсного тока афферентная импульсация от нервных проводников поступает в задние рога спинного мозга и вызывает возбуждение двигательных и трофических волокон. Это приводит к рефлекторным реакциям внутренних органов и тканей, связанных с этим сегментом. Указанные реакции проявляются также в расширении артериол и капилляров в области воздействия, усилении кровотока и активации метаболизма кожи. Токи средней частоты вызывают также повышение эластичности и тургора кожи, стимулируют ее секреторную и выделительную функции.

При значительном увеличении амплитуды импульсного тока и некотором удалении от тела между электродом и кожей образуются *стримеры* — тонкие разветвленные каналы, заполнен-

ные ионизированным воздухом. Их совокупность формирует *искровой разряд,* действующий на больного. Из-за расширения стримеров на поверхности кожи возникают микроударные волны, которые сопровождаются характерным треском. Под действием искрового разряда в коже образуются очаги микронекрозов, которые стимулируют фагоцитоз и выделение биологически активных веществ (гепарин, цитокины) и медиаторов (гистамин) в подлежащих тканях.

Перемещаясь в микроциркуляторное русло, продукты распада белковых молекул стимулируют вторичные гуморальные механизмы иммунитета и активируют выделение антимедиаторов воспаления в прилежащих тканях. Сильное раздражение немиелинизированных нервных волокон кожи (С-волокон) приводит к блокаде их проводимости и ограничению потока афферентной импульсации из болевого очага. Искровой разряд уменьшает повышенный тонус артериол не только поверхностных слоев кожи, но и рефлекторно связанных с ними внутренних органов. Расширяя капилляры и артериолы, он повышает тонус вен и усиливает трофометаболические процессы в тканях. Наконец, искровой разряд вызывает деструкцию оболочек микроорганизмов и их гибель. Этот эффект потенцируется выделяющимися при местной дарсонвализации окислами азота и озоном.

Лечебные эффекты: *местный анальгетический, вазоактивный, местный трофический, местный противовоспалительный, противозудный, бактерицидный.*

Показания. Заболевания периферической нервной системы с болевым синдромом (невралгия, нейромиозит, остеохондроз позвоночника, гипостезия, парестезия), нейросенсорная тугоухость, нейро-циркуляторная дистония по кардиальному типу, мигрень, расстройства сна, климактерический невроз, энурез, алопеция, варикозное расширение вен нижних конечностей и геморроидальных вен, заболевания слизистой рта, трофические язвы и повреждения кожи, зудящие дерматозы, экзема, длительно незаживающие раны, вазомоторный ринит, воспалительные заболевания женских половых органов, простатит, импотенция.

Противопоказания. Индивидуальная непереносимость тока, боли при введении полостных электродов.

Параметры. Для местной дарсонвализации используют колоколообразные импульсы переменного тока с несущей частотой 110 кГц. Частота следования импульсов составляет 50

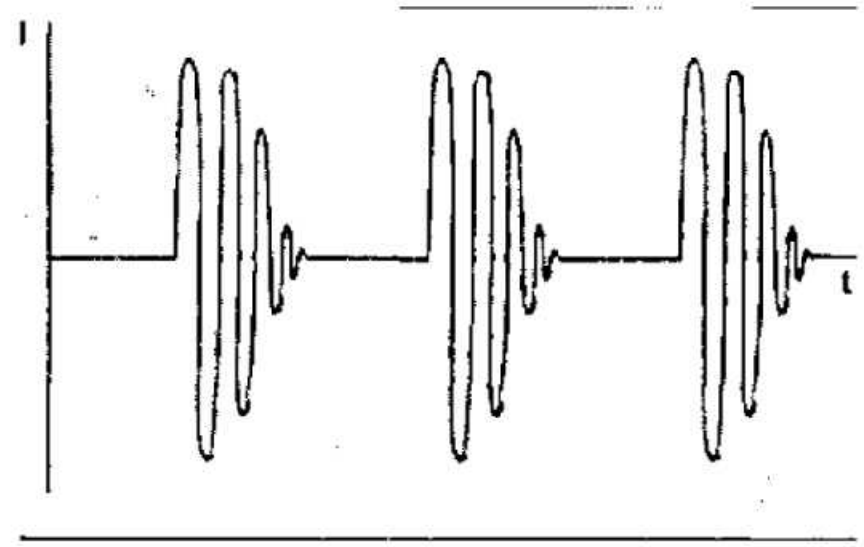


Рис. 35. Эпюра токов, используемых для местной дарсонвализации. - По оси абсцисс время, t; по оси ординат сила тока,

имп'с". (рис. 35). Длительность импульсов составляет 100 мкс, а подводимое к конденсаторному электроду напряжение - 25-30 кВ. Сила тока в разряде не превышает 0,02 мА, а напряжение 50 В. Воздух внутри стеклянных электродов-баллонов различной формы разрежен до 6,7-13,5 Па

Для проведения процедур используют портативные *аппараты* Искра-1 и Искра-2, а также переносные аппараты Импульс-1 и Корона-М. Эти аппараты комплектуют набором из 8 вакуумных электродов: гребешковым, большим и малым ректальными, ушным, большим и малым грибовидными, десенным и вагинальным (рис. 36).

Методика. Импульсы среднечастотного тока подводят к телу больного через стеклянный конденсаторный электрод. Одной его обкладкой служит помещенный в разреженное воздушное пространство металлический проводник, соединенный с катушкой-резонатором. Он отделен стеклянной трубкой от участка тела больного, который является второй обкладкой. При малом напряжении и непрерывном контакте электрода с кожей больного на него воздействуют среднечастотным током (лабильная контактная методика). С увеличением напряжения и удалением электрода от по-



Рис. 36. Электроды для местной дарсонвализации.

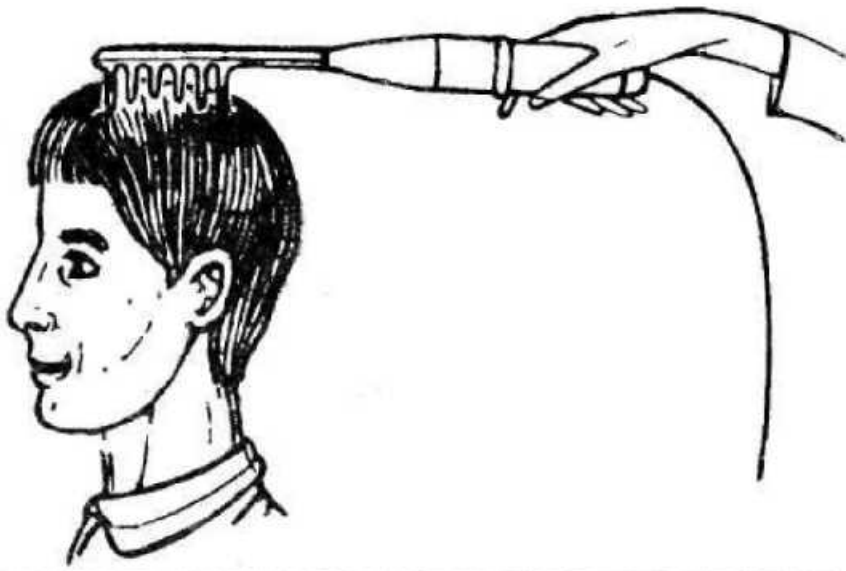


Рис. 37. Местная дарсонвализация волосистой части головы.

верхности тела больного действующим фактором становится искровой разряд (дистанционная методика). В обеих методиках вакуумные электроды плавно перемещают по участку воздействия (рис. 37). Для улучшения скольжения электрода по коже перед процедурой ее присыпают тальком, а электроды протирают ваткой, смоченной спиртом. Местную дарсонвализацию сочетают с вакуум-терапией *(вакуумдарсонвализация).*

Дозирование процедур местной дарсонвализации осуществляют по выходному напряжению аппарата, силе тока в разряде и продолжительности процедуры.

Продолжительность проводимых ежедневно процедур составляет 3-5 мин на одном участке и не превышает 10-15 мин при воздействии на разные поля. Длительность курса лечения составляет 10-15 процедур. При необходимости повторный курс местной дарсонвализации назначают через 1-2 мес.

Рекомендуемая литература

Ваньков В.И., Макарова Н.П., Николаев Э.К. Низкочастотные импульсные сложномодулированные электромагнитные поля в медицине и биологии. - Екатеринбург, 1992.

Ефанов О. И. Дарсонвализация и лечение токами надтоиальной частоты / Курортология и физиотерапия. Т.1.- М., 1985.

Ефанов О.И. Флюктуоризация / Курортология и физиотерапия. Т.1.- М., 1985.

Ясногородский В.Г. Электротерапия. М.: Медицина, 1987.

Ясногородский В.Г. Интерференцтерапия / Курортология и физиотерапия. Т.1.- М., 1985.

ГЛАВА 4

ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И МАГНИТНОГО ПОЛЕЙ

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

Франклинизация

Франклинизация - лечебное воздействие на больного постоянным электрическим полем высокой напряженности. Это старейший из применяемых в настоящее время методов электролечения.

Напряженность используемых в данном методе электрических полей с учетом локальных концентрационных эффектов, может возрастать в 18 раз. В условиях действия на больного вертикального электрического поля его напряженность на голове больного может достигать 90 $кВ \cdot м^{-1}$. Напряженность электрического поля внутри тела человека будет меньше в 10^6 раз и составит 10 $мВ \cdot м^{-1}$. Поля такой амплитуды не могут существенно изменить поляризацию плазмолеммы и ориентацию дипольных биологических молекул. Вместе с тем в проводящих тканях человека, помещенного в постоянное электрическое поле, возникают слабые токи проводимости, плотность которых в верхней половине туловища достигает $5 \cdot 10^{-3}$ $А \cdot м^{-2}$. Токи такой плотности хотя и несопоставимы по порядку величин с воротными токами одиночных потенциалзависимых ионных каналов (0,2 $А \cdot м^{-2}$), но в результате воздействия на нервные волокна могут уменьшать частоту следования спайков в волокнах соматосенсорной системы со спонтанной импульсной активностью. Возникающие при этом изменения функциональных свойств проводящих нервных путей существенно ограничивают поток афферентной импульсации в вышележащие

отделы центральной нервной системы, что приводит к усилению тормозных процессов в коре и подкорковых центрах. В результате у больного снижается артериальное давление, урежается частота дыхания и увеличивается его глубина, уменьшается утомление и повышается работоспособность.

Электрические поля при местном воздействии снижают возбудимость и проводимость претерминальных участков свободных нервных окончаний кожи и слизистых оболочек. С учетом того, что часть этих волокон является проводниками болевой чувствительности, изменения их функциональных свойств приводит к уменьшению зуда и потока афферентной импульсации из поверхностно расположенного болевого очага.

Характер ответной реакции зависит от места и площади воздействия, а также вегетативно-эмоционального статуса больного. Так, например, франклинизация лица оказывает преимущественно ваготропное действие, а поток аэроионов, направленный на воротниковую область, повышает возбудимость симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Раздражение кожных афферентов по механизму аксон-рефлекса вызывает двухфазные "изменения микроциркуляторного русла. Кратковременный спазм капилляров и артериол (в течение 1-1,5 мин) сменяется последующим их продолжительным расширением. Усиление местного кровотока и активация трофических и репаративных процессов в тканях приводят к восстановлению термической и тактильной чувствительности кожи.

При увеличении напряженности постоянного электрического поля в воздушном пространстве между электродом с малым радиусом кривизны и телом больного возникает *коронный разряд.* В результате вокруг электродов формируется поток аэроионов и озона (см. *Аэроионотерапия).*

Лечебные эффекты: *седативный, актопротекторный, местный анальгетический, трофический, бронходренирующий, вазоактивный, бактерицидный.*

Показания. Функциональные заболевания центральной нервной системы (астеническое состояние, мигрень, расстройства сна), парестезии, гиперстезии, нейро-циркуляторная дистония по гипертоническому типу, гипертоническая болезнь I-II стадии, бронхоспазмы, бронхиальная астма, кожный зуд, нейродермит, трофические язвы, длительно незаживающие инфицированные раны и ожоги, переутомление, понижение работоспособности, неврастения.

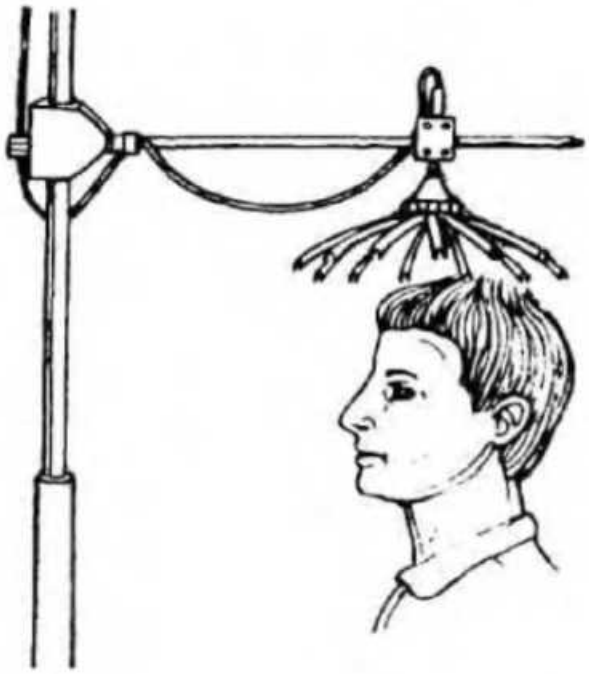


Рис. 38. Общая франклиииизация.

Противопоказания. Депрессивные состояния, органические заболевания центральной нервной системы, состояние после острого нарушения мозгового кровообращения (в первые 3 месяца), повышенная чувствительность к ионизированному воздуху.

Параметры. Постоянное напряжение, создаваемое на концах электродов при общей франклинизации, достигает 20-30 кВ. При местных воздействиях оно составляет 10-20 кВ, а сила тока не превышает 1 мА.

Процедуры выполняют на *аппаратах* АФ-3-1 и ФА-5-3. В этих аппаратах имеются головные электроды, выполненные в форме паука с иглами на концах, а также электроды-ионизаторы (в форме пластин или ободов с иглами). Во всех используемых аппаратах активный электрод имеет отрицательный заряд.

Методика. Франклинизацию проводят по местной и общей методикам. В первом случае для достижения анальгетического, вазоактивного, бактерицидного и трофического эффектов пластину-электрод располагают на расстоянии 8-10 см от очага поражения. Процедуры чаще осуществляют на открытых поверхностях тела больного.

Для проведения общего воздействия постоянным электрическим полем *(электростатический душ)* используют головной электрод-паук (рис. 38). Зазор между электродом и волосистой частью головы больного должен быть не менее 10-15 см. Для проведения процедур больного усаживают на деревянном

стуле и удаляют с поверхности тела металлические предметы (часы, заколки, клипсы).

Дозирование лечебных процедур осуществляют по выходному напряжению аппарата. Наряду с этим учитывают ощущение больным легкого дуновения ветерка. Продолжительность проводимых ежедневно или через день процедур составляет 10-15 мин. На курс лечения назначают 10-15 процедур. При необходимости повторный курс франклинизации назначают через 1-2 мес (местная методика) или 5 мес (общая методика).

Инфитатерапия

Инфитатерапия - лечебное применение импульсных низкочастотных электрических полей малой напряженности.

Плотность токов проводимости, индуцированных такими полями в поверхностных тканях организма, не превышает 10^{-6} А·м$^{-2}$. Токи такой плотности не могут существенно повлиять на функциональные свойства возбудимых тканей организма. Исходя из общих закономерностей электромагнитобиологии, в настоящее время сложно объяснить механизм первичных физико-химических эффектов, возникающих в биологических тканях, которые подвергаются воздействию таких полей.

При клинической апробации метода выявлено тормозное действие импульсного низкочастотного электрического поля на корковые процессы, что приводит к компенсаторному нарастанию активности гипоталямо-гипофизарной системы, а также активирует центральные структуры парасимпатической нервной системы, расположенные в среднем и продолговатом мозге. В результате у больных возникает брадикардия, снижается артериальное давление и урежается частота дыхания. Наряду с изменениями функций внешнего дыхания, повышается интенсивность метаболических процессов, кислородная емкость крови и усиливается мозговой кровоток. Значительную роль в реализации указанных эффектов играют, по-видимому, психофизиологические реакции отвлечения больных и суггестивный эффект.

Лечебные эффекты: *седативный, вазоактивный.*

Показания. Вегето-сосудистые дисфункции с расстройствами сна, гипертоническая болезнь I-II стадии с начальными проявлениями атеросклероза, хронический бронхит с астматическим компонентом, парестезии конечностей, неврастении; стрессовые психо-эмоциональные реакции, переутомление.

Противопоказания. Стенокардия покоя, острое нарушение мозгового кровообращения, острые воспалительные заболевания, бронхиальная астма.

Параметры. Для импульсного воздействия на излучатель подают монополярные импульсы треугольной формы отрицательной полярности напряжением 13±2 В, следующие дискретно с частотой 20-80 имп·с$^{-1}$. Напряженность импульсного электрического поля в зоне воздействия (на расстоянии 20-25 см от излучателя) составляет 10^{-1} В·м$^{-1}$. Важно отметить, что больной в данном методе подвергается воздействию преимущественно электрического поля, так как величина индукции возникающего магнитного поля не превышает $4 \cdot 10^{-9}$ Тл.

Импульсные электрические поля формируют при помощи аппарата ИНФИТА (импульсный низкочастотный физиотерапевтический аппарат) с прямоугольным

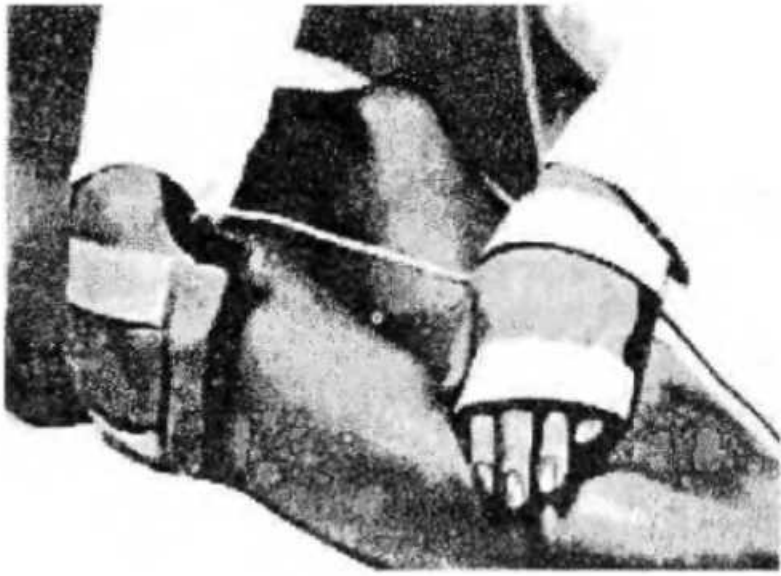


Рис. 39. Электростатический массаж голени.

металлическим облучателем, выполненным в виде зеркальной пластины конденсатора. Во всех используемых приборах активный электрод имеет отрицательный заряд 13 В. В последних моделях предусмотрены выносные пластины (электроды) для контактного воздействия на кожные покровы больного, а также ректальный и вагинальный электроды.

Методика. Процедуры проводят больному в положении сидя. Лицо пациента находится на расстоянии 20-25 см от излучателя так, чтобы он видел отражение своих глаз на зеркальной поверхности излучателя. Руки пациента располагают на столе перед аппаратом. Для каждого больного частоту следования импульсов подбирают эмпирически. При вегето-сосудистой дистонии и гипертонической болезни частотный диапазон импульсного поля составляет 30-60 имп·с$^{-1}$, бронхоспазме 20-40 имп·С , а при неврастении и утомлении 40-70 имп·с$^{-1}$.

Дозирование лечебных процедур осуществляют по продолжительности лечебного воздействия. Продолжительность проводимых ежедневно или через день процедур дискретна и составляет 1-9 мин.

Электростатический массаж

Электростатический массаж - лечебное применение импульсных электрических полей высокой напряженности.

Действующим фактором в этом методе является *низкочастотный искровой разряд,* вызывающий у больного ритмическую фибрилляцию миофибрилл и вибрацию кожи (за счет расширения стримеров и образования микроударных волн). Происходящая вследствие этих процессов активация микроциркуляции и стимуляция вегетативных нервных волокон способствует усилению трофических процессов в зоне воздействия, повышает тонус гладких мышц лица, шеи и туловища, восстанавливает структуру кожи *(дермальный микролифтинг).*

Лечебные эффекты: *местный миостимулирующий, вазоактивный, трофический.*

Показания. Заболевания опорно-двигательного аппарата, миозиты, невриты, местные трофические расстройства, заболевания кожи.

Противопоказания. Расстройства кожной чувствительности и нарушения целостности кожи в зоне воздействия.

Параметры. Постоянное напряжение, создаваемое на концах электродов, составляет 50-500 В, частота следования импульсов 5-50 имп·с$^{-1}$. Процедуры выполняют при помощи *аппаратов* Microlift, Hivamant и других.

Методика. При проведении процедур один электрод размещают на предплечье врача, а другой фиксируют на тканях больного вдали от области воздействия. Врач руками, одетыми в перчатки из ткани-диэлектрика, совершает движения по правилам массажа над пораженным участком тела больного (рис. 39). В результате в местах контакта рук врача с кожей пациента возникает искровой разряд. В начале курса используют импульсные электрические поля частотой 30-50 имп·с$^{-1}$, а затем частоту воздействия уменьшают. Продолжительность проводимых ежедневно или через день воздействий 20-25 мин. На курс лечения назначают до 10 процедур.

Ультравысокочастотная терапия

Ультравысокочастотная (УВЧ)-терапия - лечебное использование электрической составляющей переменного электромагнитного поля высокой и ультравысокой частоты.

Из-за большой длины электромагнитных волн УВЧ-диапазона воздействие осуществляют на значительные участки тела больного, который находится в ближней зоне источника электромагнитного поля. В этой зоне преобладает электрическая составляющая электромагнитного поля, на которую приходится свыше 85% его энергии. Емкостное сопротивление тканей на высоких частотах существенно меньше, чем на низких, что обусловливает воздействие электрического поля не только на клеточные мембраны, но и субклеточные структуры (см. рис. 2А). Кроме того, в данном методе электрическое поле УВЧ взаимодействует с тканями на всем протяжении межэлектродного пространства и вызывает колебательные и вращательные смещения биомолекул и образование токов проводимости значительной плотности.

В механизме действия УВЧ-терапии условно выделяют *нетепловой {осцилляторный)* и *тепловой* компоненты. Первый из них обусловлен релаксационными колебаниями глобулярных водорастворимых белков, гликолипидов, гликопротеидов и фосфолипидов клеточных мембран, характеристические частоты релаксации которых лежат в области р-дисперсии диэлектрической проницаемости тканей{см. рис. 2Б). Следующие за ними конформационные изменения молекулярных комплексов приводят к усилению степени дисперсности белков и фосфолипидов, увеличению проницаемости плазмолеммы клеток тканей интерполярной зоны.

В теоретических представлениях о механизмах действия УВЧ- и СВЧ-излучений кардинальным проявлением *нетеплового* эффекта электромагнитных излучений традиционно считают нагрев биологических тканей не более чем на 0,1° С. Однако из-за высоких температурных коэффициентов сопротивления биологических мембран α=0,1-0,3) нагрев тканей даже на 0,01-0,1° С вызывает заметные модуляционные эффекты в области структурных переходов возбудимых мембран. В результате их сопротивление уменьшается на 10-20%, что определяет активацию различных ион-транспортирующих систем клеточных мембран.

Возникающая вследствие ориентационных (колебательных и вращательных) смещений биологических молекул с индуцированным и собственным дипольным моментом в высокочастотном электрическом поле поляризация тканей изменяет физико-химические свойства мембран. Она активирует процессы свободнорадикального и ферментативного окисления в клетках, связанные с фосфорилированием белков, активацией систем вторичных мессенжеров. На этой основе последовательно формируются неспецифические метаболические реакции клеток, определяющие лечебные эффекты данного фактора. К числу таких реакций на УВЧ-колебания относятся стимуляция гемопоэза и иммуногенеза (увеличение содержания альбуминов и уменьшение глобулинов в плазме крови), а также усиление фагоцитарной активности лейкоцитов. Такие изменения особенно выражены при воздействии импульсного поля УВЧ.

Помимо *тока смещения,* возникающего в межэлектродной области вследствие релаксационных колебаний субклеточных структур, при действии высокочастотного электрического поля на ткани организма в них возникают поступательные движения ионов в интерстиции и цитозоле, что также приводит к изменению селективной ионной проницаемости плазмолеммы.

Тепловой компонент действия проявляется наряду с осцилляторным при нарастании интенсивности УВЧ-колебаний. В этом случае, вследствие возрастания амплитуды ориентационных колебательных смещений белковых молекул, увеличивается поляризация тканей межэлектродного пространства и частотноизбирательное поглощение ими электромагнитной энергии. В вязкой среде в результате колебательных смещений белковых молекул и субклеточных структур возникают значительные силы трения с последующим преобразованием энергии воздействующего электрического поля в тепловую. Удельная мощность теплопродукции при таких процедурах существенно превышает

метаболическую, и существующие механизмы теплоотдачи ее не компенсируют. В результате происходит нагревание облучаемых тканей в зоне воздействия на 1° С. Количество тепла, образующегося в тканях в результате тока смещения, вычисляют по формуле:

$$Q=\varepsilon f^2 E^2 tg\gamma, \qquad [4.1]$$

где ε - диэлектрическая проницаемость тканей, f - частота воздействующих колебаний, E - напряженность электрического поля, $tg\gamma$ - тангенс угла диэлектрических потерь - фазовый сдвиг между вектором напряженности электрического поля и поворотом полярных молекул в среде (он отражает запаздывание механического вращения диполей относительно динамики электромагнитного поля).

Тепло образуется и при механическом движении ионов в вязкой среде, формирующих *ток проводимости.* Количество выделенного в этом случае тепла можно вычислить по формуле

$$Q=\Lambda f^2 E^2, \qquad [4.2]$$

где Λ удельная электропроводность среды.

Из-за меньшей массы ионов по сравнению с белковыми молекулами, при ориентационных колебаниях последних поглощение электрической энергии на порядок больше, чем при линейном перемещении ионов. Вследствие различного поглощения энергии УВЧ-поля белковыми молекулами и ионами максимальное количество тепла образуется в тканях с выраженными диэлектрическими свойствами и бедными водой (нервная, костная и соединительная ткань, подкожная жировая клетчатка, сухожилия и связки). Напротив, в тканях с значительной электропроводностью и богатых водой (кровь, лимфа, мышечная ткань) тепла образуется на порядок меньше (рис. 40). Это связано не только с характерЪм поглощения электрической энергии данными средами, но и с низкой теплопроводностью и плохим кровоснабжением тканей первой группы.

Нагревание органов и тканей под действием электрического поля УВЧ вызывает стойкую, длительную и глубокую гиперемию тканей в зоне воздействия. Особенно сильно расширяются капилляры, диаметр которых увеличивается в 3-10 раз. Одновременно увеличивается скорость кровотока в крупных сосудах. Под воздействием УВЧ-поля существенно ускоряется и регионарная лимфодинамика, повышается проницаемость эндотелия, гематоэнцефалического и других тканевых барьеров. Усиление регио-

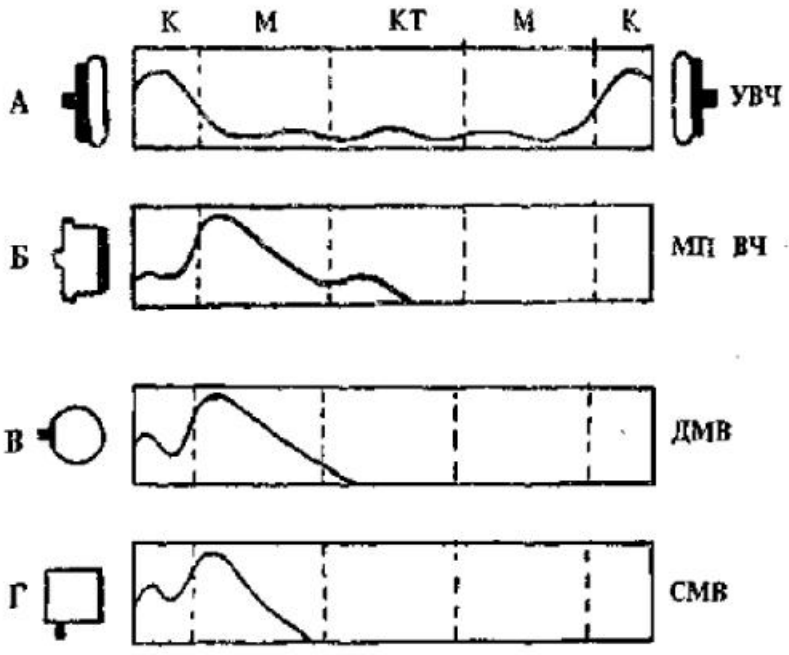


Рис. 40. Распределение поглощенной электромагнитной энергии в тканях организма при различных методиках воздействия. УВЧ - УВЧ-терапия; МП ВЧ - высокочастотная магнитотерапия; ДМВ - дециметроволновая сверхвысокочастотная терапия; СМВ - сантиметроволновая сверхвысокочастотная терапия. К - кожа; М - мышечная ткань; КТ - костная ткань.

нарного крово- и лимфооттока в пораженных тканях, повышение проницаемости микроциркуляторного русла, увеличение числа лейкоцитов и нарастание их фагоцитарной активности приводят к дегидратации и рассасыванию воспалительного очага, а также уменьшению вызванных периневральным отеком болевых ощущений. Активация стромальных элементов соединительной ткани и систем мононуклеарных фагоцитов (гистиоцитов, фибробластов и макрофагов), увеличение дисперсности белков плазмы крови, локальный ацидоз, повышение концентрации ионов Ca^{2+} и активация метаболизма в области очага поражения стимулируют пролиферативно-регенеративные процессы в соединительной ткани вокруг воспалительного очага и оказывают вторичный антибактериальный эффект. Это позволяет использовать УВЧ-терапию на различных стадиях воспалительного процесса.

Высокочастотное электрическое поле при воздействии на различные структуры головного мозга {трансцеребрально) стимулирует центральные звенья нейроэндокринной регуляции висцеральных функций. Активация нейрогуморальных процессов приводит к уменьшению содержания в крови липопротеидов низкой плотности и триглицеридов, нарастанию уровня липопротеидов высокой плотности, обладающих выраженным антиатерогенным эффектом. Наряду с гиполипидемическим действием, высокочастотное электрическое поле вызывает увеличение содержания фибриногена и возрастание толерантности плазмы к гепари-

ну, что способствует усилению гемостаза. В результате активируются процессы неспецифической резистентности организма.

Электрическое поле высокой частоты стимулирует деятельность парасимпатической нервной системы и уменьшает симпатикотонические влияния на внутренние органы, нормализует артериальное давление, моторную и секреторную функцию желудка и двенадцатиперстной кишки, всасывание питательных веществ в тонком кишечнике. Активация эндокринной системы при воздействии электрического поля УВЧ на железы внутренней секреции происходит за счет стимуляции гормонсинтетических процессов в щитовидной железе и корковом веществе надпочечников, наряду с угнетением синтеза катехоламинов. Усиление синтеза глюкокортикоидов приводит к снижению активности экссудативного компонента воспаления и иммунологической реактивности организма. Кроме того, электрическое поле высокой частоты улучшает трофику тканей в зоне воздействия, ускоряет эпителизацию ран. Оно снижает возбудимость нервных проводников соматосенсорной системы, устраняет спазм гладких мышц сосудов, что приводит к снижению артериального давления у больных.

Лечебные эффекты: *противовоспалительный, секреторный, сосудорасширяющий, миорелаксирующий, иммуносупрессивный, трофический.:*

Показания. Воспалительные, в том числе острые гнойные процессы различной локализации (фурункулы, карбункулы, абсцессы, флегмоны, панариции и пр.), острые и подострые воспалительные заболевания различных внутренних органов (легких, желудка, печени, мочеполовых органов), травмы и заболевания опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы, отморожения, фантомные боли, каузалгии, облитерирующий эндартериит и другие заболевания периферических сосудов конечностей, заболевания, протекающие с выраженным аллергическим компонентом (бронхиальная астма, хронический обструктивный бронхит, ревматоидный артрит), вегето-сосудистые дисфункции, гипертоническая болезнь I-II стадии, климактерический и постклимактерический синдромы.

Противопоказания. Аневризма аорты, гипотензия, частые приступы стенокардии, наличие имплантированных кардиостимуляторов в области воздействия, оформленный гнойный очаг воспаления, гнойные синуситы, инсульт, беременность с 3-го месяца.

Параметры. Для проведения процедур используют высокочастотное электрическое поле частотой 27,12 ± 0,16 МГц

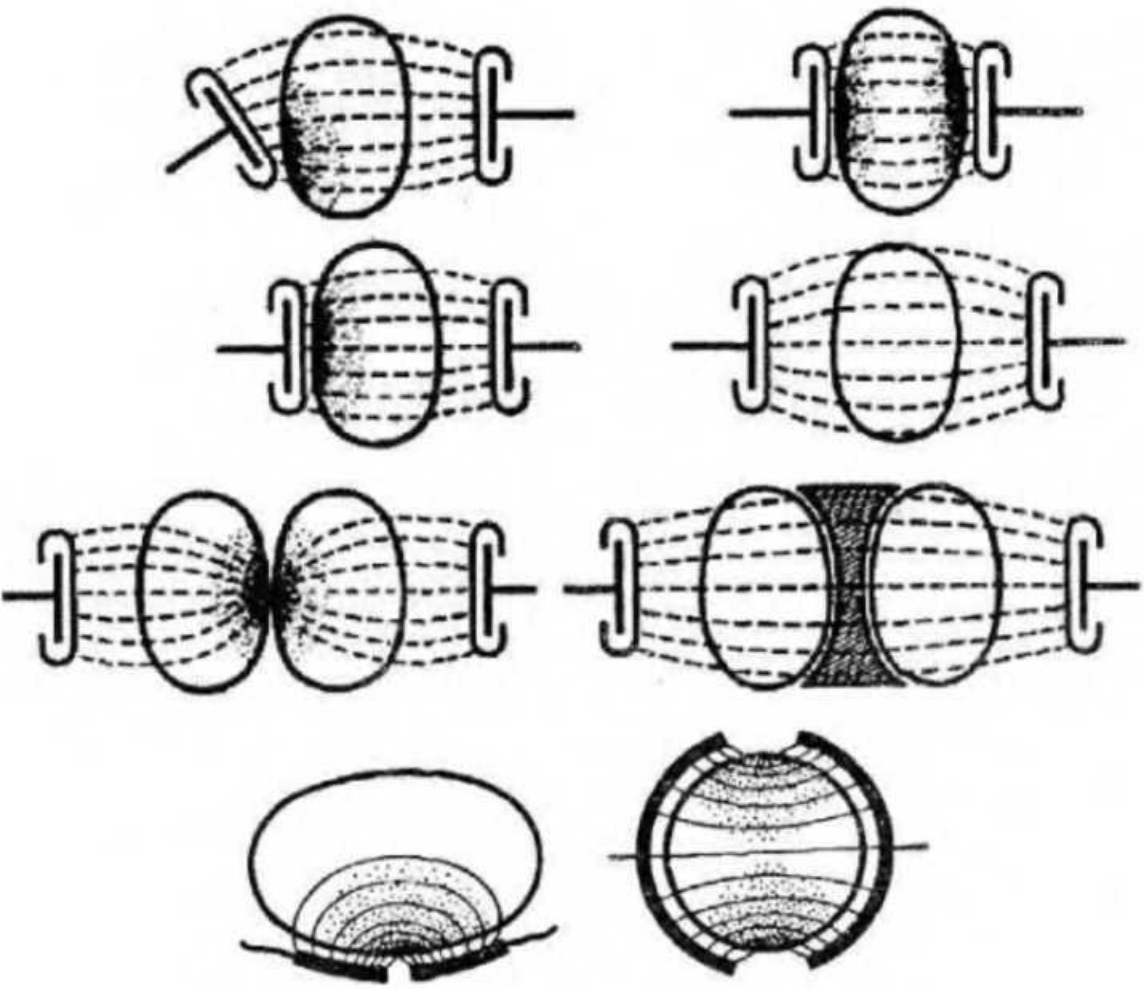


Рис. 41. Пространственное распределение поглощенной энергии УВЧ-колебаний при различном расположении конденсаторных пластин.

(длина волны 11,05 м) и 40,68 ± 0,02 МГц (длина волны 7,37 м). Первая из них является международной. Для проведения УВЧ-терапии применяют *аппараты* малой, средней и большой мощности. В первую группу входит аппарат УВЧ-5-2 Минитерм (выходная мощность 5 Вт) и УВЧ-30-2 (мощность 5, 10, 20 и 30 Вт). Среднюю выходную мощность имеют аппараты УВЧ-50 Устье (50 Вт) и УВЧ 80-01 Ундатерм (с 7 ступенями регулировки мощности от 10 до 80 Вт и автоматической настройкой в резонанс анодного (генераторного) терапевтического контура (включающего излучатели конденсаторные пластины и ткани больного). К аппаратам большой мощности относят Экран-2 (с 8 ступенями регулировки



Рис 42. УВЧ-терапия голеностопного сустава.

мощности от 40 до 350 Вт). Кроме них до настоящего времени в медицинских учреждениях используют переносные аппараты УВЧ-30 с двумя ступенями выходной мощности (15 и 30 Вт), УВЧ-66 (с тремя ступенями 20, 40 и 70 Вт). Воздействие УВЧ-полем в импульеном режиме осуществляют при помощи аппарата Импульс-3. Колебания частоты 27,12 Мгц получают при помощи отечественных аппаратов Минитерм и Ундатерм и зарубежных - Megatherm, Megapuise, Ultratherm, К-50, и других.

Для подведения электрического поля высокой частоты к больному используют парные конденсаторные пластины 3-х размеров, диаметр которых составляет соответственно 4,2 (3,6); 8 и 11,3 см (NN 1,2,3). К аппаратам большой мощности придают комплект жестких конденсаторных пластин диаметром от 5 до 18 см, а также гибких пластин прямоугольной формы размерами от 8х13 см до 18х27 см (с войлочными прокладками). Использование этих аппаратов с электродами малой площади при наличии металлических предметов в области воздействия противопоказано.

При импульсной УВЧ-терапии используют серии импульсов продолжительностью от 2 до 400 мкс, следующие с частотой 50, 100, 200, 400 и 800 имп$с^{-1}$ (в аппарате Импульс-3 соответственно 2 мкс и 500 Гц). Максимальная выходная мощность импульсов в отечественных аппаратах составляет 18 кВт, а в-зарубежных не превышает 150 Вт. Терапевтическая эффективность воздействия электрическим полем УВЧ увеличивается при свипировании

(последовательном изменении) основной частоты в пределах определенного интервала. Соотношение нетеплового и теплового компонентов лечебного действия УВЧ-колебаний определяет интенсивность лечебного воздействия, которое дозируют по выходной мощности аппаратов.

Методика. При проведении процедур УВЧ-терапии используют *конденсаторную* методику. Применяют продольное и поперечное расположение двух конденсаторных пластин. Напряженность и поглощенная энгергия электрического поля УВЧ, создаваемого в области лечебного воздействия, неодинакова и зависит от расстояния между тканями и электродом и их пространственного расположения (рис. 41). При неглубоких очагах поражения зазор между пластинами и поверхностью кожи составляет 1-2 см (рис. 42), при глубоком расположении очага - 3-4 см. Суммарный зазор не должен превышать 6 см. Процедуры можно проводить и через одежду, но не через влажные повязки. Правильность настройки выходного контура в резонанс проверяют при помощи миллиамперметра, шкала которого имеется на панели аппарата, или индикатора настройки (неоновой лампочки). В последней при помещении в УВЧ-поле возникает тлеющий разряд.

Низкоинтенсивное поле УВЧ применяют преимущественно в острую *(экссудативную)* стадию воспаления, а высокоинтенсивное - в стадию разрешения *(пролиферативную)* воспалительного процесса или после дренирования гнойного очага воспаления. Облучению электрическим полем УВЧ не подвергают область сердца, во избежание провокации нарушений его ритма.

Дозиро3-ние лечебных процедур осуществляют по выходной мощности аппарата. При УВЧ-терапии применяют нетепловые, слаботепловые и тепловые дозы. Для получения нетеплового эффекта плотность потока энергии не должна превышать 0,1 Втм"^{2}, которую достигают при выходной мощности аппаратов УВЧ-терапии не более 30 Вт. В аппарате УВЧ-5-2 Минитерм установлен ваттметр для определения мощности, поглощаемой тканями больного. При использовании других аппаратов необходимо учитывать, что поглощаемая тканями электромагнитной энергии примерно вдвое меньше генерируемой.

Продолжительность ежедневно проводимых процедур составляет 10-15 мин, при нетепловом воздействии их можно проводить дважды в день (утром и вечером); курс 8-12 процедур. При необходимости повторный курс УВЧ-терапии назначают через 2-3 мес.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

Постоянная магнитотерапия

Постоянная магнитотерапия - лечебное использование постоянных магнитных полей.

Выявленные к настоящему времени биологические эффекты магнитных полей разнообразны и многочисленны. Длительное время им придавали мистическое значение. Это связано с тем, что до сих пор отсутствует строгая система научных представлений о механизмах действия магнитных полей на организм. Их изучению посвящено значительное количество работ, выводы которых зачастую недостаточно обоснованны, а порой и противоречивы. При этом многие из выявленных магнитобиологических феноменов, такие как магнитомеханическая ориентация вектора намагниченности отдельных биологических молекул, локальные изменения их концентрации и динамической структуры проявляются или в простых моделях биологических систем, или при значительной величине индукции магнитных полей (более 1-10 Тл), которые в лечебной практике не используют. Таким образом, актуальным является детальный научный анализ существующих гипотез механизмов биологического действия постоянных магнитных полей, который позволит обосновать конкретные механизмы лечебных эффектов постоянных магнитов в будущем.

На простых биологических моделях показано влияние постоянных магнитных полей на *синглет-триплетные переходы* в радикальных парах биологических молекул. Каждый из участвующих в нем свободных радикалов пары имеет один или несколько неспаренных валентных электронов и обладает некомпенсированным спиновым магнитным моментом (парамагнитным). Вероятность и скорость контактного *(сверхтонкого)* взаимодействия (СТВ) пары свободных радикалов обусловлена обоюдной ориентацией их спиновых магнитных моментов. Магнитное поле может изменять ориентацию нескомпенсированного магнитного момента свободных радикалов и существенно влиять на реакции их рекомбинации и диссоциации (рис. 43). Постоянное магнитное поле в результате индукции синглет-триплетного перехода пары радикалов увеличивает на 10-30% скорости химических реакций, протекающих через стадию взаимодействия пары парамагнитных частиц. Это приводит к активации разнообразных метаболических и ферментативных реакций в клетках.

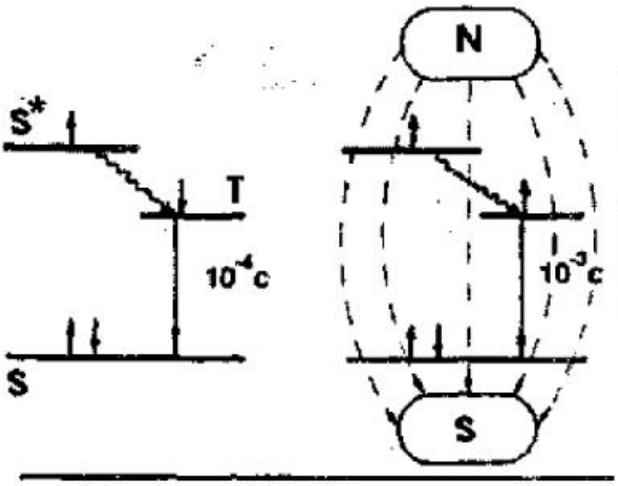


Рис. 43. Схема синглет-триплетного взаимодействия (СТВ) пары свободных биорадикалов в постоянном магнитном поле.

Электронные уровни:
S - синглетный;
S* - синглетновозбужденный;
T - триплетный;
↑ - спиновый момент электрона.

Рассмотренные спиновые магнитные эффекты происходят в магнитных полях с индукцией 1-50 мТл, которые сопоставимы с эффективными локальными магнитными полями ядер парамагнитных частиц.

Энергия магнитного взаимодействия абсолютного большинства биологических молекул не превышает энергии разупорядочивающего теплового движения (10^{-16} Дж) и явно недостаточна для изменения их ориентации в пространстве. Вместе с тем вследствие межмолекулярных взаимодействий такие молекулы образуют области с преимущественно взаимной ориентацией *(жидкие кристаллы).* В результате формируется надмолекулярная структура с значительным собственным магнитным моментом *(домен* или *рой).* Упорядоченность во взаимном расположении входящих в жидкий кристалл молекул обусловливает его анизотропную (неодинаковую в различных направлениях) магнитную проницаемость. Постоянные магнитные поля вызывают ориентационную перестройку жидкокристаллических структур биологических мембран и внутриклеточных структур, в результате чего существенно изменяются их свойства. В фосфолипидных доменных областях биомембран магнитные поля существенно изменяют проницаемость лилидного бислоя и вторичную структуру периферических мембранных белков, выполняющих регуляторно-сигнальную функцию. Это приводит к активации метаболической и ферментативной активности клеток. Магнитомеханические эффекты возникают не только в жидкокристаллических структурах мембран. В цитоплазме клеток они проявляются в индукции фазовых гель-золь переходов.

Изменение проницаемости мембран при длительном воздействии постоянного магнитного поля приводит к стабилизации плазмолеммы лаброцитов, стимулирует нарастание Т-лимфоцитов и клона В-лимфоцитов с рецепторами к иммуноглобулинам классов А и I и увеличивает их активность. Тем самым усиливается активность как клеточного, так и гуморального иммунитета, что приводит к гипосенсибилизации и ослаблению аллергических реакций у больного.

В подвижных электропроводящих средах *(кровь, плазма, лимфа)* в постоянном магнитном поле возникает разность потенциалов и индуцируются токи, величина которых максимальна в поле, перпендикулярном потоку жидкостей. Наведенная электродвижущая сила активирует АДФ-индуцируемую агрегацию тромбоцитов в поврежденных сосудах и способствует образованию в них тромбов (преимущественно у отрицательного полюса, индуцированного магнитным полем). В сочетании со снижением электрокинетического (дзета, ζ-) потенциала она приводит к повышению их проницаемости, активации факторов гемокоагуляции (тромбопластических и антигепариновых соединений) и ингибиторов фибринолиза. Влияние на систему гемостаза в неповрежденных сосудах неоднозначно: слабые магнитные поля снижают свертываемость крови, тогда как сильные увеличивают ее на протяжении 5-7 суток от момента воздействия.

Наряду с влиянием на свертываемость крови возникающие в постоянном магнитном поле токи смещения увеличивают проницаемость сосудов микроциркуляторного русла, что приводит к активации транскапиллярного транспорта веществ, усилению метаболизма в тканях и восстановлению их электролитного баланса. Этому способствует и нарастание в тканях содержания цитокинов и простогландинов, а также токоферола, который -является мощным антиоксидантом и тормозит перекисное окисление липидов в очаге воспаления.

Взаимодействие с собственными магнитными полями нейронов, возникающими вследствие распространения нервных импульсов (их магнитная индукция составляет $(1,2\text{-}1,5)\cdot 10^{-11}$ Тл), приводит к уменьшению проводимости нейронов со спонтанной импульсной активностью. Зарегистрированное снижение амплитуды постсинаптических потенциалов на субсинаптических мембранах под действием постоянного магнитного поля обусловливает преобладание тормозных процессов в коре головного мозга и снижает активность гиппокампа и гипоталямо-гипофизарной системы.

Лечебные эффекты: *коагулокоррегирующий, седативный, местный трофический, местный сосудорасширяющий, иммуномодулирующий.*

Показания. Вегетативные полиневриты, неврозы, нейроциркуляторные дистонии по гипертоническому и смешанному типам, болезнь Рейно, облитерирующий эндартериит и другие заболевания сосудов конечностей, заболевания, протекающие с выраженным аллергическим компонентом (бронхиальная астма,

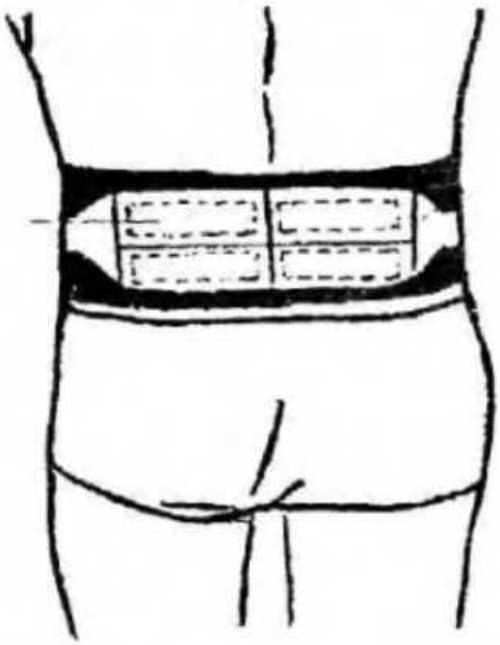


Рис. 44. Пояс магнитофорный противорадикулитный.

хронический обструктивный бронхит, ревматоидный артрит), трофические язвы, заболевания опорно-двигательного аппарата.

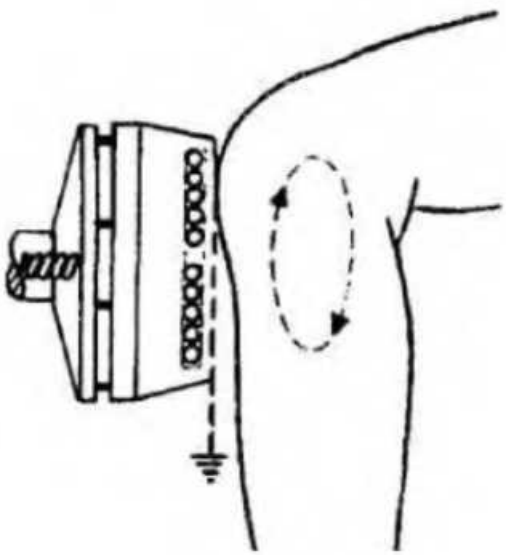
Противопоказания. Индивидуальная чувствительность к фактору, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения III ФК, аневризма аорты, выраженная гипотония, наличие имплантированных кардиостимуляторов.

Параметры. Индукция используемых постоянных магнитных полей не превышает 60 мТл. В настоящее время с лечебной целью используют *устройства* двух типов: *магнитофоры (магнитоэласты)* и медицинские кольцевые, пластинчатые и дисковые *магниты.*

Первый тип устройств представлен *аппликатором листовым магнитофорньш* (АЛМ), в комплект которого входит три прямоугольные пластины размерами 62,5х62,5, 62,5х125 и 62,5х250 мм в полиэтиленовых пакетах. Они изготовлены из смеси полимерного вяжущего вещества (смолы или каучука) с порошкообразным ферромагнитным наполнителем (ферритом бария) и имеют множество локальных магнитных полюсов. Из-за резиновой основы и эластичности пластин магнитофоры чаще называют магнитоэластами. Магнитная индукция на поверхности магнитоэластов составляет 30-35 мТл, однако на поверхности тканей больного она не превышает 5 мТл, а проникающая способность постоянного магнитного поля не превышает 5-6 мм. Наборы медицинских эластичных магнитов в корсете составляют основу магнитофорного противорадикулитного пояса (рис. 44), магнитная индукция в котором составляет 8-16 мТл.

Кроме магнитофоров, серийно выпускают магниты *кольцевые* медицинские (МКМ2-1), *пластинчатые* медицинские (МПМ2-1) и *дисковые* медицинские (М.ДМ-2-1, МДМ2-2). Первые представляют собой ферритовые кольца, заключенные в пластмассовую оболочку с фиксированными полюсами, размеры

Рис. 45. Схема образования вихревых токов.



которой составляют 71x18x71 мм. Максимальное значение вектора магнитной индукции, направленного параллельно рабочей поверхности кольцевого магнита, на расстоянии 15 мм от центра составляет 16 мТл. Проникающая способность магнитного поля, создаваемого таким магнитом, значительно больше - 50 мм. Магнитная индукция на поверхности пластинчатго магнита составляет не менее 60 мТл, а у дисковых магнитов она еще выше 100 и 130 мТл. Увеличивается и проникающая способность создаваемого ими магнитного поля (до 80 мм). Для локального воздействия *(магнитопунктура)* применяют намагниченные стальные *шарики, клипсы* магнитные (КМ-1), *иглы* из магнитомягкого материала и* *микромагниты* (АКМА), индукция которых составляет 60 мТл.

Методика. При проведении лечебных процедур магнитоэласты и медицинские магниты накладывают на кожу больного поверх 2-3 слоев марли и фиксируют при помощи повязки или трубчатого бинта. Магнитоэласты закрепляют таким образом, чтобы его края выступали за пределы очага поражения на 10-20 мм. При использовании кольцевых, пластинчатых и дисковых магнитов их накладывают на зону повреждения рабочей стороной так, чтобы стрелка (южный полюс) указывала на дистальный участок конечное™ и была параллельна ей. При этом необходимо помнить о преимущественно активирующем действии на организм южного полюса и тормозном северного.

Лечение постоянными магнитами длительное. Время воздействия от 30-40 минут до 6-10 часов и более. Курс лечения составляет до 20-30 процедур. Продолжительность воздействия на биологически активные точки не превышает 15-30 минут в день в течение 5 суток.

Импульсная магнитотерапия

Импульсная магнитотерапия - лечебное применение импульсов магнитного поля очень низкой и низкой частоты.

Действующим фактором в данном методе являются *вихревые электрические поля* (рис. 45), индуцируемые в тканях импульсным магнитным полем высокой амплитуды (превышающей 1 Тл). За счет быстрого нарастания вектора магнитной индукции (скорость которого достигает 10^4 **Тл·с$^{-1}$**) возникающие вихревые электрические поля вызывают круговые движения зарядов (см. рис. 45). Индукционные (вихревые) электрические токи значительной плотности способны, вызвать возбуждение волокон периферических нервов и ритмическое сокращение миофибрилл скелетной мускулатуры, гладких мышц сосудов и внутренних органов (феномен магнитостимуляции).

Значительная терапевтическая эффективность импульсных магнитных полей обусловлена максимальной пороговой чувствительностью организма к импульсным магнитным полям, составляющей 0,1 мТл, тогда как для постоянных магнитных полей она равна 8 мТл, а для переменных 3 мТл. Кроме того, проникающая способность генерируемого импульсного магнитного поля превышает 4-5 см, что позволяет воздействовать на глубоко расположенные возбудимые структуры.

Вследствие активации слабомиелинизированных Аδ- и С-волокон индуцированные электрические токи очень низкой частоты способны блокировать афферентную импульсацию из болевого очага по механизму периферического воротного блока (см. *Диадинамотерапия).* Наряду с купированием болевого синдрома, они возбуждают толстые миелинизированные Аα - и Аγ-эфференты и вызывают сокращение иннервируемых ими скелетных мышц. Наконец, частота следования индуцированных импульсов тока совпадает с частотным максимумом импульсации вегетативных В-волокон, что определяет возможность трофических влияний импульсных магнитных полей на сосуды и внутренние органы.

Наряду^ о увеличением возбудимости нервно-мышечного аппарата, импульсные магнитные поЛя вызывают усиление локального кровотока, что приводит к уменьшению отека и удалению из очага воспаления продуктов аутолиза клеток. Улучшение микроциркуляции области воздействия стимулирует процессы репаративной регенерации поврежденных тканей и значительно

улучшает их трофику. Этому способствует также усиление метаболизма клеток, изменение дисперсности их цитозоля и проницаемости плазмолеммы.

Импульсные магнитные поля действуют на больного набором составляющих их спектр сфазированных друг относительно друга гармонических магнитных полей. Это дает возможность одновременного воздействия на больного периодическими магнитными полями с частотами, ' соответствующими характерным частотам квазипериодических процессов в организме.

Лечебные эффекты: *нейромиостимулирующий, вазоактивный, трофический, анальгетический, противовоспалительный (дренирующе-дегидратирующий).*

Показания. Последствия травм опорно-двигательного аппарата (ушибы, переломы костей после иммобилизации), дегенеративно-дистрофические заболевания костей и суставов (остеохондроз, деформирующий спондилез позвоночника, плечелопаточный периатрит), заболевания и повреждения периферической нервной системы (плексит, радикулит, реконструктивные оперативные вмешательства на нервных стволах, токсические полинейропатии), острые нарушения спинномозговой ликвородинамики и первичные энцефаломиелиты, последствия черепно-мозговой травмы с двигательными расстройствами, детские церебральные параличи, вяло заживающие раны, трофические язвы.

Противопоказания. Осложненные формы ишемической болезни сердца, диффузный токсический зоб III степени, желчекаменная болезнь, острый тромбофлебит, наличие имплантированных кардиостимуляторов, эпилепсия, острые гнойные воспалительные процессы, резко выраженная гипотензия.

Параметры. В настоящее время в лечебных целях используют высокоинтенсивные импульсные магнитные поля, индукция которых достигает 1-1,5 Тл. Частота следования одиночных и сдвоенных (парных) импульсов магнитного поля длительностью 140 ± 40 мкс составляет от 10 до 40 импмин"[1]. В режиме повышенной частоты (30 - 130 импс"[1]) магнитная индукция генерируемых импульсов достигает 150 мТл. Необходимо, однако, помнить, что описанные лечебные эффекты присущи только высокоинтенсивному магнитному полю и в диапазоне магнитной индукции 100-200 мТл выражены слабо. Импульсные магнитные поля создают при помощи *аппаратов* АМИТ-01, Биомаг и АВИМП, формирующих одиночные и сдвоенные импульсы магнитного поля. Наряду с режимом одиночных импульсов, аппарат АВИМП работает



Рис. 45. Импульсная магнитотерапия шейного отдела позвоночника.

и в режиме повышенной частоты. За рубежом выпускают аппараты импульсного магнитного поля MES-10, Magstim-2000 и MAG-2.

Продолжительность проводимых ежедневно или через день лечебных воздействий составляет 5-15 мин. На курс лечения назначают 10-12 процедур. При необходимости повторный курс импульсной магнитотерапии назначают через 1-2 мес.

Методчка. При проведении импульсной магнитотерапии используют контактную методику. Применяют стабильную и лабильную методики лечебного воздействия. В первом случае индукторы устанавливают неподвижно в проекции патологического очага (рис. 46), а во втором плавно перемещают вокруг зоны повреждения.

Дозирование лечебных процедур осуществляют по амплитуде магнитной индукции, частоте следования импульсов, межимпульсному интервалу и продолжительности процедуры.

Низкочастотная магнитотерапия

Низкочастотная магнитотерапия - лечебное применение магнитной составляющей переменного электромагнитного поля очень низкой и низкой частоты. Для лечебного воздействия используют различные виды низкочастотных магнитных полей: пе-

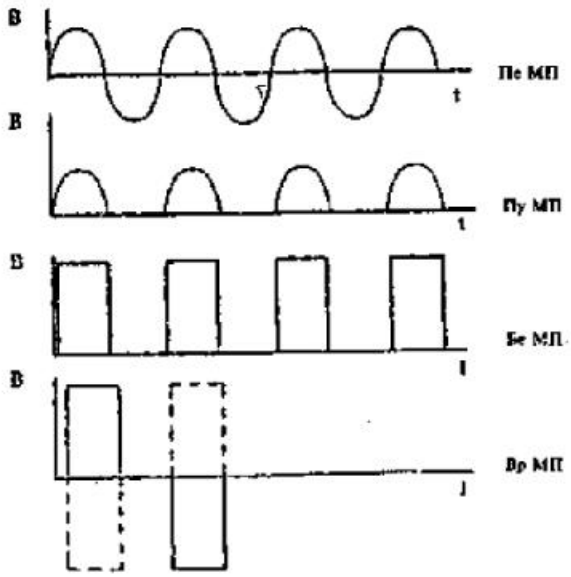


Рис. 47. Основные виды магнитных полей, используемых для низкочастотной магнитотерапии.
ПеМП - переменное магнитное поле; ПуМП - пульсирующее магнитное поле; БеМП - бегущее магнитное поле; ВрМП - вращающееся магнитное поле.
По оси абсцисс: время, t; расстояние, l; по оси ординат: магнитная индукция, В.

ременное (ПеМП), пульсирующее (ПуМП), вращающееся (ВрМП) и бегущее (БеМП) (рис. 47).

В оснсзе механизма лечебного действия низкочастотных магнитных полей лежат те же закономерности, что и для постоянных, реализуемые по жидкокристаллическому механизму или путем индукции синглет-триплетных переходов пары свободных радикалов з биологических системах (см. *Постоянная магнитотерспия).*

Пространственная нерднородность низкочастотных магнитных полей (наиболее выраженная у бегущих полей), вызывает в электропроводящих движущихся средах (кровь, лимфа) формирование магнитогидрсдинамических сил. Эти силы действуют на свободные заряды (ионы) и вызывают их дополнительное перемещение в потоке, что существенно увеличивает вероятность их участия а химических реакциях. Пространственно-временная неоднородность поля приводит к возникновению разнонаправленных механических моментов во время первой и второй фазы периода колебаний магнитного поля. В результате этого в средах возникают знакопеременные давления, которые усиливают конвекционные процессы в клетках и движущихся жидкостях. Эти процессы создают благоприятные условия для физико-химического взаимодействия клеток и активации их метаболизма.

За счет периодического изменения ориентации некомпенсированных спиновых магнитных моментов свободных радикалов низкочастотное магнитное поле может существенно изменять (по механизму сверхтонкого взаимодействия) скорость перекисного

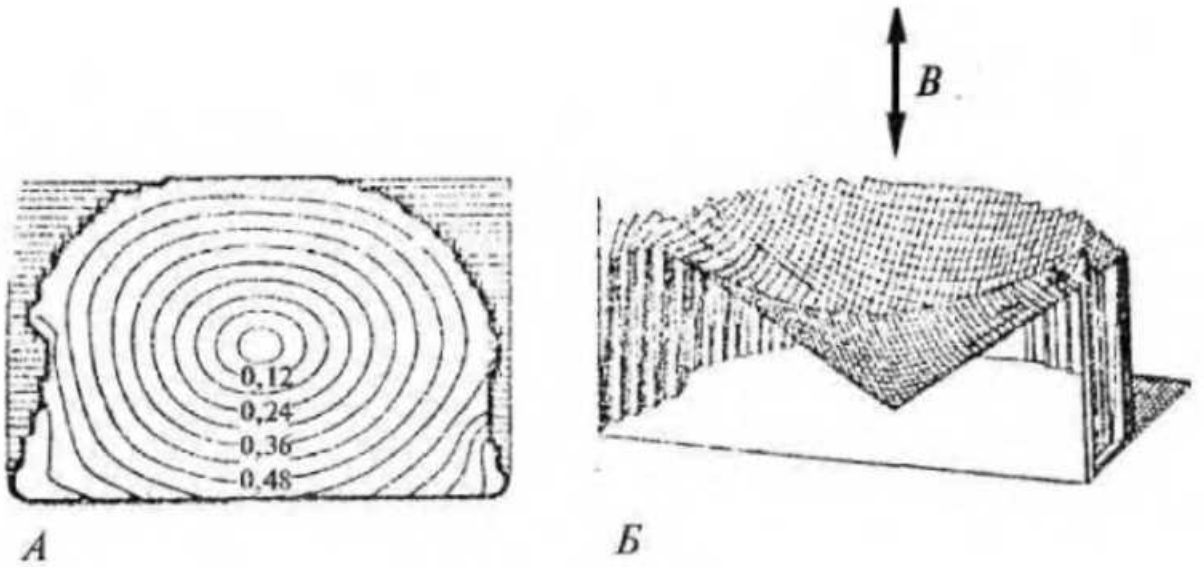


Рис. 48. Пространственный характер распределения амплитуд напряженностей электрического поля (А) и плотностей токов (Б), индуцированных в однородном поперечном сечении торса человека переменным магнитным полем В=1 Тл и f=50 Гц, направленным перпендикулярно сечению.
На А приведены значения Е (fB)"',

окисления липидов. Это способствует активации трофических процессов в органах и тканях, устраняет инфильтрацию и ускоряет эпителизацию ран.

Биологическая активность переменных магнитных полей обусловлена также и индуцируемыми в организме электрическими полями и токами (рис. 48). Так, например, при амплитуде магнитной индукции пульсирующего поля 10^{-3} Тл, напряженность индуцированного в тканях электрического поля достигает 10^{-1} В·м$^{-1}$. В этих условиях плотность возникающих вихревых токов в возбудимых тканях (10^{-1} А·м$^{-2}$) сопоставима с величинами воротных токов одиночных Na^+-ионных каналов на возбудимых мембранах ($2 \cdot 10^{-1}$ А·м$^{-2}$) и достаточна для модуляции возбудимости нейронов со спонтанной импульсной активностью. Наряду с направленным движением свободных ионов, индуцированные низкочастотные электрические поля вызывают движение ионов, расположенных вблизи заряженной поверхности мембран и связанных с ней электростатическими силами. Такое перемещение противоионов обусловливает формирование в каждой клетке значительного дипольного момента и может вызвать макроскопическую поляризацию системы.

По степени клинической эффективности воздействию низкочастотных магнитных полей в наибольшей степени подвержены нервная, сердечно-сосудистая и эндокринная системы. В таких полях увеличивается скорость проведения потенциалов действия

по нервным проводникам, повышается их возбудимость, уменьшается периневрaльный отек. Восстановление -измененных функциональных свойств нейролеммы афферентных проводников болевой чувствительности приводит к ослаблению, а затем и прекращению импульсации из болевого очага. Таким образом, в отличие от постоянного магнитного поля, оказывающего тормозное влияние на периферическую нервную систему, низкочастотное магнитное поле вызывает ее возбуждение. Кроме того, оно нормализует вегетативные функции организма, уменьшает повышенный тонус сосудов и моторную функцию желудка. При этом наибольшим возбуждающим действием обладают переменные и бегущие магнитные поля. Напротив, при помощи вращающегося магнитного поля можно осуществлять введение частиц лекарственных веществ в ткани *(лекарственный магнитофорез).*

За счет увеличения колебательных движений форменных элементов и белков плазмы крови происходит активация локального кровотока, усиление кровоснабжения различных органов и тканей, а также их трофики. Следует отметить, что восстановление нарушенного локального кровотока во многих случаях составляет основу клинической эффективности данного фактора. Низкочастотные магнитные поля усиливают образование релизинг-факторов в гипоталямусе и тропных гормонов гипофиза, которые стимулируют функцию надпочечников, щитовидной железы, половых органов и других эндокринных желез. В результате формируются общие приспособительные реакции организма, направленные на повышение его резистентности и толерантности к физическим нагрузкам, стимуляцию половой активности. Кроме того, активация низкочастотными магнитными полями центральных звеньев неироэндокриннои регуляции деятельности внутренних органов приводит к усилению в них преимущественно катаболических реакций. За счет расслабления гладких мышц периферических сосудов такие поля обладают слабым гипотензивным действием.

Лечебные эффекты: *вазоактивный, противовоспалительный (противоотечный), трофический, гипокоагулирующий, местный анальгетический, актопротекторный.*

Показания. Последствия закрытых травм головного мозга и ишемического инсульта, заболевания и повреждения периферической нервной системы, диабетический полиневрит, вегетативные неврозы (в том числе и с угнетением половой функции), вегеталгии, ишемическая болезнь сердца, постинфарктный кар-

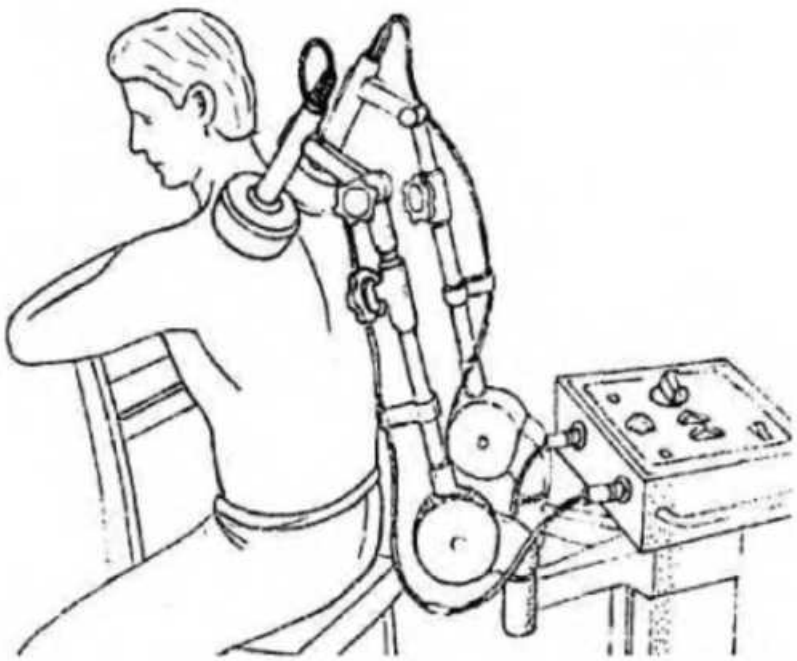


Рис. 49. Низкочастотная магнитотерапия шейного отдела позвоночника.

диосклероз, гипертоническая болезнь I стадии, болезнь Рейно, облитерирующий эндартериит и другие заболевания периферических сосудов конечностей, хронические заболевания внутренних органов (легких, желудка, печени, двенадцатиперстной кишки, почек, женских половых органов), простатит, переломы костей, артрозы и артриты, остеомиелит, пародонтоз, заболевания уха, горла, носа, вялозаживающие гнойные раны, ожоги, келоидкые рубцы.

Противопоказания. Индивидуальная повышенная чувствительность к фактору, острое нарушение мозгового кровообращения, осложненные формы ишемической болезни сердца, резко Еыраженная гипотензия, наличие имплантированных кардиостимуляторов, острые психозы.

Параметры. В настоящее время в лечебных целях используют низкочастотные магнитные поля с частотами 0,125-1000 имп$с^{-1}$, магнитная индукция которых не превышает 100 мТл. В силу того что в физиотерапевтической практике успешно используют различные виды низкочастотного магнитного поля генерирующие их *аппараты* также разнообразны и многочисленны. Все они снабжены индукторами двух типов: электромагнитами и соленоидами. В ряде аппаратов имеются и полостные индукторы.

Магнитные поля *очень низкой частоты* (10-100 Гц) создают при помощи *аппаратов* Полюс-1 (в настоящее время не выпускается), Полюс-2, Полюс-2Д.. Градиент-1, АМТ-01 Магнитер, НЛМ-1, МАГ-30 и МАГ-30-4. На индукторы первых четырех аппаратов в

зависимости от избранного режима можно подавать как переменный, так и пульсирующий однополупериодный ток, т.е. формировать *пульсирующее магнитное поле.* Магнитная индукция, создаваемая этими аппаратами на поверхности индукторов, не превышает 50-75 мТл, а проникаюи^я способность не превышает 6 см. Переменное магнитное поле низкой частоты (700, 1000 Гц) создает аппарат Полюс-101, магнитная индукция в центре соленоида которого составляет 1,5 мТл, а также аппараты Индуктор-2У и 2Г, работающие на частоте 5000 Гц и формирующие магнитное поле с индукцией 3 мТл.

Для воздействия *пульсирующим магнитным полем* в частотном диапазоне 0,17-30 **имп·с$^{-1}$** используют аппараты БИОС, Каскад, Эрос, Биопотенцер. Магнитная индукция, создаваемая большинством из них, не превышает 30 мТл. Аппарат БИОС снабжен автоматической программой, позволяющей синхронизировать импульсное магнитное поле с частотой сердечных сокращений больного.

Универсальным аппаратом, позволяющим создавать постоянное, переменное, пульсирующее и импульсное магнитные поля, является ПДМТ, работающий на частотах 25, 50, 75, 100 и 150 имп*[1]. Создаваемые им магнитные поля имеют индукцию 150 мТл (постоянное) и 100 мТл (низкочастотное). В состав данного аппарата входят 27 индукторов-электромагнитов, а сам он имеет 16 ступеней регулировки магнитной индукции.

Бегущее магнитное поле создают путем подключения к многоканальному генератору системы из разнесенных в пространстве плоских магнитных катушек. Из-за попеременного переключения импульсов тока с одной катушки на другую формируемое магнитное поле "обегает" область тела больного, на которой расположены катушки. К аппаратам, излучающим бегущее магнитное поле, относятся Алимп-1, Атос и Аврора-МК-01. Первый из них содержит два вида излучателей, собранных в блоки по 3 и 5 соленоидов и образующих пирамиду и цилиндр. Частота следования импульсов генератора электромагнитного поля составляет 10 и 100 **имп·с$^{-1}$**. Магнитная индукция на боковой поверхности индукторов-соленоидов достигает 10 мТл, а в центре - 3 мТл. В аппарате Атос она увеличивается до 33 мТл.

Вращающееся магнитное поле формируют при помощи аппаратов Полюс-3 и Полюс-4, генерирующих магнитное поле с частотой 12-25 **имп·с$^{-1}$**. Индукция создаваемого ими магнитного поля составляет соответственно 30 и 15 мТл, а ее постоянное

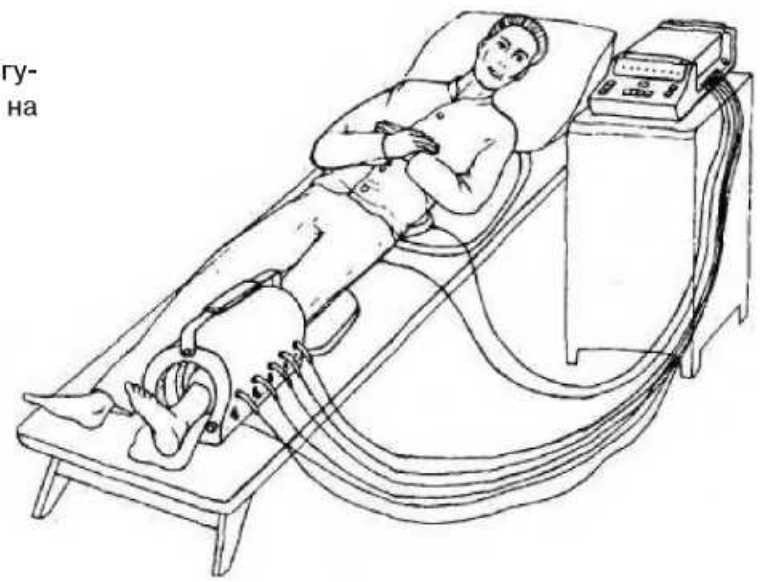


Рис. 50. Воздействие бегущим магнитным полем на левую голень.

направление и специальная форма индукторов позволяет осуществить магнитофорез лекарственных веществ.

Методика. При проведении низкочастотной магнитотерапии используют преимущественно контактную методику. Индукторы устанавливают в проекции патологического очага на коже или в области паравертебральных зон (рис. 49) без давления и фиксируют при помощи гибких управляющих штанг аппаратов или при помощи кожуха с карманами для индукторов. Используют продольное и поперечное расположение индукторов. При этом в индукторах-соленоидах органы и конечности располагают в продольном направлении магистральных сосудов по его длине (рис. 50), а в индукторах-электромагнитах - в поперечном. Аппараты Биопотенцер и Эрос больные носят в карманах брюк для воздействия на их половые органы. Процедуры низкочастотной магнитотерапии сочетают с ультразвуковой терапией *(магнитомеханическая терапия).* Они несовместимы с местной дарсонвализацией на одну и ту же область.

Дозирование лечебных процедур осуществляют по величине магнитной индукции. Степень неоднородности и глубину проникновения магнитного поля в ткани рассчитывают по распределению магнитной индукции в воздухе. Продолжительность проводимых ежедневно или через день лечебных воздействий составляет 15-30 мин. На курс лечения назначают 20-25 процедур. При необходимости повторный курс низкочастотной магнитотерапии назначают через 1-2 мес.

Высокочастотная магнитотерапия

Высокочастотная магнитотерапия - лечебное применение магнитной составляющей электромагнитного поля высокой и ультравысокой частоты.

Для формирования магнитного поля в данном случае используют индукторы-соленоиды, при прохождении тока в которых в зоне несформировавшейся волны преобладает преимущественно магнитная составляющая электромагнитного поля, на которую приходится до 80% всей его энергии. Под действием высокочастотного магнитного поля в тканях организма с значительной электропроводностью возникает вихревое электрическое поле той же частоты и индуцируются вихревые токи (токи Фуко). Величина электромагнитной индукции прямо пропорциональна частоте воздействующих электромагнитных колебаний, что имеет существенное значение в механизме биомагнитных эффектов, особенно на высоких частотах. Здесь, как и при действии высокочастотной электрической составляющей (УВЧ-терапии), условно выделяют *нетепловой* и *тепловой* компоненты механизма лечебного действия.

В первом из них вихревые токи вызывают круговые колебательные смещения крупных дипольных биомолекул, что приводит к локальным концентрационным сдвигам и изменению характера взаимодействия собственных магнитных полей заряженных частиц в биологических тканях. Максимальные магнитоиндуцированные механические моменты возникают в жидкокристаллических фосфолипидных структурах мембран, в надмолекулярных белковых комплексах и в субклеточных структурах, время релаксации которых составляет 10^{-7} с. Это приводит к активации физико-химических процессов их взаимодействия, которые наиболее выражены в клетках организма, обладающих значительной подвижностью (форменные элементы крови). За счет индуцированного вихревого электрического поля, напряженность которого увеличивается пропорционально индукции магнитного поля, может изменяться пространственная ориентация дипольных макромолекул тканей.

Индуцируемые магнитным полем вихревые токи, помимо нетеплового (осцилляторного) эффекта, вызывают короткозамкнутые вращательные движения ионов, наиболее выраженные в тканях и средах организма с высокой электропроводностью (мышечная ткань, кровь, лимфа и др.). При распространении таких токов ч тканях, в соответствии с законом Джоуля-Ленца, вы-

деляется тепло (см. рис. 40). Тепловой компонент действия высокочастотных магнитных полей проявляется при нарастании магнитной индукции. Количество тепла, образующегося в тканях под действием высокочастотного магнитного поля, определяют по формуле:

$$Q = k\Lambda f^2 B^2, \qquad [4.3].$$

где k - коэффициент пропорциональности; Λ - удельная электропроводность ткани; f - частота воздействующих колебаний; B - магнитная индукция.

Образующееся в результате наведения вихревых токов тепло при помощи существующих механизмов теплоотдачи отводится неэффективно. В результате происходит равномерный локальный нагрев облучаемых тканей на 2-4° С на глубину до 8-12 см, а также повышение температуры тела больного на 0,3-0,9° С. Данный феномен был положен в основу старого названия метода (*индуктотермия* - наведение тепла).

Повышение температуры тканей в зоне воздействия вызывает выраженное расширение капилляров, артериол и венул, увеличение числа функционирующих сосудов мышечного типа и усиление кровотока в них. Ускоряется формирование артериальных коллатералей и возрастает число анастамозов в микроциркуляторном русле. Вследствие повышения проницаемости фенестрированного эндотелия сосудов и других элементов гистогематического барьера происходит активация метаболизма тканей, увеличивается скорость лимфоперфузии в них и отток лимфы к резервным лимфатическим сосудам. Воздействие на область воспалительного очага приводит к уменьшению отека, повышению дисперсности продуктов аутолиза клеток и увеличению фагоцитарной активности лейкоцитов, что способствует дегидратации и рассасыванию воспалительного очага. Активация фибробластов и макрофагов, наряду с увеличением дисперсности белков плазмы крови, приводит к стимуляции репаративной регенерации в зоне повреждения и тормозит дегенеративно-дистро-фические процессы в тканях.

Высокочастотные магнитные поля стимулируют преимущественно тормозные процессы в центральной нервной системе. Этому способствует и уменьшение проводимости соматических и висцеральных афферентных проводников с последующим уменьшением возбудимости центральных и периферических отделов нервной системы. Снижение тонуса гладкомышечных волокон также способствует расширению кровеносных сосудов и суще-

ственно уменьшает давление крови в них. Кроме того, высокочастотные магнитные поля в результате расслабления гладких мышечных волокон купируют спазм бронхов, желудка, кишечника, восстанавливают холе- и уродинамику в печени и почках, стимулируют выведение продуктов азотистого распада с мочой.

Магнитные поля высокой частоты активируют также эндокринную систему организма. При действии на надпочечники и щитовидную железу они вызывают изменение активности гормонсвязывающих белков (транскортина, тироксин-связывающего альбумина и др.) и увеличивают концентрацию в крови свободных молекул катехоламинов, глюкокортикоидов и тироксина, которые взаимодействуют со специфическими белковыми рецепторами клеток-мишеней. Они также стимулируют гормонсинтетические процессы в поджелудочной железе. Тем самым высокочастотные магнитные поля восстанавливают угнетенную адаптационно-трофическую функцию симпатической нервной системы. Кроме того, они повышают желчеобразование и желчевыведение, стимулируют синтез антикоагулянтов и Ca^{2+}-аккумулирующую способность остеокластов, улучшают трофику облучаемых тканей и ускоряют эпителизацию ран, тормозят развитие иммунных реакций в органах и тканях.

Лечебные эффекты: *противовоспалительный, секреторный, сосудорасширяющий, миорелаксирующий, иммунодепрессивный, метаболический.*

Показания. Подострые и хронические воспалительные заболевания внутренних органов (бронхит, пневмония, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, холецистит, гломерулонефрит, аднексит, простатит), остеохондроз позвоночника, мышечные контрактуры, ангиоспазмы, обменные и посттравматические артрозо-артриты, гипертоническая болезнь I-II стадий, болезнь Рейно, заболевания, протекающие с выраженным аллергическим компонентом (бронхиальная астма, хронический обструктивный бронхит, ревматоидный артрит), склеродермия.

Противопоказания. Острые воспалительные процессы, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения I-II ФК, наличие имплантированных кардиостимуляторов и металлических предметов (трубки, пряжки, ключи, осколки, штифты) в зоне локализации высокочастотного магнитного поля, выраженная гипотензия, оформленный гнойный очаг воспаления, гнойные синуситы, геморрагический инсульт, выраженный атеросклероз сосудов головного мозга.

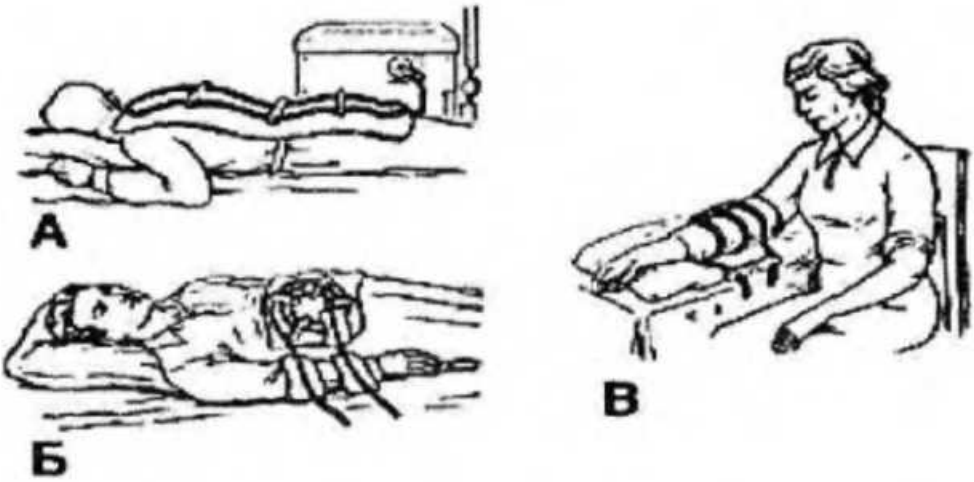


Рис. 51. Варианты расположения индуктора-кабеля при различных методиках высокочастотной магнитотерапии.
А - плоская продольная петля, Б - плоская круглая спираль, В - цилиндрическая спираль.

Параметры. Для проведения процедур используют магнитные поля частотой 13,56 МГц (длина волны 22,13 м), 27,12 МГц (длина волны 11,05 м) и 40,68 МГц (длина волны 7,37 м), на которой работают аппараты для УВЧ-терапии. При импульсном воздействии используют импульсы высокочастотного магнитного поля, следующие с частотой 50 **имп·с$^{-1}$**. Соотношение нетеплового и теплового компонентов лечебного действия высокочастотной магнитотерапии определяют по выходной мощности аппаратов.

В настоящее время в лечебной практике используют специальный аппарат ИКВ-4 (частота 13,56 МГц), максимальная выходная мощность которого достигает 200 Вт, а сам он имеет 2 резонансных индуктора-диска (диаметром 22 и 12 см) и 8 ступеней регулировки мощности. Применяют также аппараты для УВЧ-терапии средней мощности (УВЧ-80-30 Ундатерм, УВЧ-30-2) с индукторами двух типов: *кабельным* и *резонансным* (последний ранее называли аппликатором (электродом) вихревых токов ЭВТ-1). За рубежом для высокочастотной магнитотерапии используют аппараты импульсной УВЧ-терапии Megatherm и Megapulse, а также аппарат Ultratherm с резонансными индукторами.

Методика. При проведении высокочастотной магнитотерапии индуктор фиксируют на теле больного через полотенце, на расстоянии 1-1,5 см от его поверхности. Зазор между витками спирали кабельного индуктора устанавливают при помощи специальных разделительных гребенок, которые прилагаются к аппаратам. Для уменьшения емкостных токов, возникающих между витками кабельного индуктора (которые вызывают нагрев поверхностных



Рис. 52. Высокочастотная магнитотерапия бронхов.

тканей), количество витков в резонансном индукторе не превышает 3-4, а при использовании кабельного индуктора 2-3.

Кабельный индуктор располагают в трех основных позициях: *плоской продольной петли* (чаще на спине), *плоской круглой спирали* (на туловище) и *цилиндрической спирали* (на конечностях) (рис. 51). При проведении процедур высокочастотной магнитотерапии на аппаратах УВЧ-терапии их настраивают в резонанс терапевтического контура *(см. Ультравысокочастотная терапия).* Резонансные индукторы устанавливают контактно или дистантно на расстоянии 1 см от тела больного (рис. 52). Процедуры можно проводить через одежду и гипсовые повязки. Низкоинтенсивное магнитное поле используют преимущественно в подострую фазу воспаления, а высокоинтенсивное - в хроническую. При расположении резонансного индуктора над выпуклой поверхностью кожи (в области сустава, молочной железы и пр.) происходит пространственное перераспределение магнитной индукции, и нагрев этих областей будет более значительным по сравнению с соседними участками.

Процедуры высокочастотной магнитотерапии сочетают с гальванизацией *(гальваноиндуктотермия),* лекарственным электрофорезом *(электрофорезоиндуктотермия* и *индуктотермоэлектрофорез)* и грязелечением *(грязьиндуктотермия).*

Дозирование лечебных процедур осуществляют по теплоощущению больного и выходной мощности прибора. Из-за существенных систематических погрешностей (30-50%) измерителей выходной мощности приборов в аппаратах для высокочастотной магнитотерапии вместо ваттметров устанавливают делители сте-

пени мощности. Различают слаботепловые (I степень), среднетепловые (II) и высокотепловые (III) дозы высокочастотных магнитных воздействий. Так, например, при работе с аппаратом ИКВ-4 условно дозируют воздействия со слабым (1-3 положения переключателя мощности), умеренным (4-5 положения) и сильным (6-8 положения) ощущением тепла.

Продолжительность проводимых ежедневно или через день воздействий составляет 15-30 мин, на курс назначают 10-15 процедур. При необходимости повторный курс высокочастотной магнитотерапии назначают через 2-3 мес.

Рекомендуемая литература

Жуков Б.Н., Лазарович В.Г. Магнитотерапия в ангиологии. - К.: Здоровье, 1989.

Скурихина Л.А. Физические факторы в лечении и реабилитации больных заболеваниями сердечно-сосудистой системы. М.: Медицина, 1979.

Соловьев Г.Р. Магнитотерапевтическая аппаратура. М.: Медицина, 1991.

Шлифаке Э. Применение ультравысоких электрических волн в медицине. Киев.: Госмедиздат УССР, 1936.

Шеина А.Н. Индуктотермия / Курортология и физиотерапия. Т.1, М., 1985.

Ясногородский В.Г. Электротерапия. М., Медицина, 1987.

ГЛАВА 5

ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ЭЛЕКТРОТЕРАПИЯ

Дециметроволновая терапия

Дециметроволновая терапия - лечебное применение электромагнитных -солн дециметрового диапазона.

Под действием электромагнитных волн в тканях организма возникают ориентационные колебания дипольных молекул *связанной воды* (составляющей 95% тканевой воды), а также *боковых групп белков* и *гликолипидов* плазмолеммы, характеристические частоты релаксации которых соизмеримы с частотами воздействующих электромагнитных колебаний и лежат в диапазоне у-дисперсии диэлектрической проницаемости (см. рис. 2Б). Совпадение частотных диапазонов обеспечивает избирательное поглощение данными клеточными структурами энергии СВЧ-излучения.

В результате поляризации гидратных оболочек гликолипидов и белков возникают конформационные перестройки цитоскелета и мембран органоидов нейронов и клеток крови. Такие процессы модулируют межмолекулярные и электростатические взаимодействия структурно-каркасных белков мембран с белками внеклеточного матрикса, активируют мембранные энзиматические комплексы и системы вторичных посредников (циклические нуклеотиды, G-белки и ионы Ca^{2+}). Кроме того, электромагнитные волны дециметрового диапазона изменяют физико-химические свойства субклеточных структур. Рассмот-

ренные феномены определяют *нетепловой (осцилляторный)* компонент механизма лечебного действия дециметровых волн.

Дециметровые электромагнитные волны низкой интенсивности вызывают сложные физико-химические процессы, протекающие в облучаемых тканях. Следствием этих процессов является активация клеточного дыхания и энзиматической активности, конформационные перестройки гликолипидов плазмолеммы, изменение ее проницаемости и функциональных свойств мембран. Такие волны активируют также синтез нуклеиновых кислот и белков в клетках, повышают интенсивность процессов фосфорилирования в митохондриях.

При увеличении плотности потока энергии СВЧ-колебаний (более 0,01 $Вт \cdot см^{-2}$) возрастает вероятность и амплитуда колебательных смещений полярных биологических молекул и величина индуцированного дипольного момента неполярных молекул. В результате увеличивается объемный дипольный момент и степень поляризации облучаемых тканей. Релаксационные колебания связанных молекул воды и гликолипидов приводят к преобразованию энергии воздействующих электромагнитных волн в *тепловую* и нагреванию тканей. Наибольшее выделение тепла происходит в органах и тканях, богатых водой *(кровь, лимфа, мышечная ткань, паренхиматозные органы).* Механизмы теплоотдачи не компенсируют происходящей в этих органах теплопродукции, и регионарная температура глубокорасположенных тканей повышается на 1,5° С. Данный феномен обозначают как *тепловой* компонент механизма лечебного действия дециметровых волн.

Количество выделяемого тепла при СВЧ-терапии определяют по формуле:

$$Q = k(\varepsilon f^2/2)\Pi^2, \qquad [5.1]$$

где k - коэффициент пропорциональности; ε -диэлектрическая проницаемость тканей, f - частота воздействующих колебаний, П - интенсивность электромагнитных волн (вектор Пойнтинга).

Вследствие сравнительно большой длины волны, малого коэффициента отражения (35-65%) и равномерного расположения осцилляторов (белковых молекул и гидратированных ионов) при распространении дециметровых волн распределение тепла в облучаемых тканях также происходит равномерно и на большую глубину (см. рис. 40В). Следовательно, СВЧ-терапия отличается от УВЧ-терапии различной локализацией областей максимального теплообразования. Это различие обусловлено участием в формировании тока смещения разных структурных компонентов

тканей (*диполей воды и низкомолекулярных цепей гликолипидов* - в СВЧ-поле и *крупных гидратированных глобулярных белков, гликопротеидов и фосфолипидов* - в УВЧ-поле).

Проникающая способность дециметровых волн в ткани составляет в среднем 9-11 см. Толщина кожи, подкожно-жирового слоя, а также поверхности раздела сред с различной диэлектрической проницаемостью существенно не влияет на коэффициент отражения и поглощения дециметровых волн. Из-за малой длины волны по сравнению с линейными размерами тела человека возможно только их локальное воздействие на ограниченном участке тела. При этом локализация воздействия зачастую определяет характер лечебных эффектов.

Нагревание глубоколежащих тканей и органов под действием дециметровых волн высокой интенсивности приводит к расширению капилляров и усилению регионарного кровотока, повышению проницаемости сосудов микроциркуляторного русла и дегидратации воспалительного очага. Под действием СВЧ-поля активируется метаболизм облучаемых органов и тканей, улучшается их трофика и восстанавливается утраченная при болезни функциональная активность.

Электромагнитные волны дециметрового диапазона при воздействии на железы внутренней секреции стимулируют их деятельность. Активация эндокринной системы приводит к увеличению продукции релизинг-факторов в гипоталамусе, стимуляции гармонейнтетических процессов в щитовидной железе. Она сопровождается выбросом в кровь глюкокортикоидов и повышением утилизации катехоламинов в миокарде, что приводит к снижению содержания функционально активных (протеинизированных) аминов.

При облучении различных органов (печень, щитовидная железа и др.) дециметровые волны способны как ослаблять, так и стимулировать процессы иммуногенеза и регенерации в облученных тканях. Это позволяет управлять обменными, иммунными и репаративными процессами при помощи направленного воздействия дециметровыми волнами на различные железы внутренней секреции. Кроме того, дециметровые волны восстанавливают нарушенную функцию внешнего дыхания, стимулируют сократительную способность миокарда, способствуют развитию коллатералей и индуцируют репаративные процессы в нем. Такие радиоволны уменьшают периферическое сопротивление капиллярного русла и усиливают коронарный кровоток. Снижение артериального давления и частоты

сердечных сокращений происходит здесь также вследствие активации парасимпатических нервных волокон.

Лечебные эффекты: *противовоспалительный, секреторный, сосудорасширяющий, иммунорегулирующий, метаболический.*

Показания. Подострые и хронические воспалительные заболевания внутренних органов (бронхит, пневмония, язвенная болезнь желудка, холецистит, аднексит, простатит), заболевания сердечно-сосудистой системы (гипертони-ческая болезнь I-II стадии, реноваскулярная гипертония, постинфарктный кардиосклероз (с 25-28 дня заболевания), ревматизм с активностью не выше II степени в сочетании с пороками клапанов сердца без нарушений ритма и недостаточностью кровообращения не выше I стадии, атеросклероз сосудов головного мозга), бронхиальная астма (аллергическая и инфекционно-аллергическая формы), ревматоидный артрит, деформирующий остеоартроз.

Противопоказания. Острые воспалительные гнойные процессы, беременность (при воздействии на область живота), отечность тканей и наличие инородных тел в зоне воздействия, стенокардия покоя, пароксизмальные нарушения сердечного ритма, язвенная болезнь желудка со стенозом привратника и опасностью кровотечения, эпилепсия.

Параметры. Для дециметроволновой терапии используют электромагнитные колебания частотой 460±4,6 МГц (длина волны 65 см). За рубежом для лечебного воздействия применяют генераторы электромагнитных колебаний с длиной волны 69 и 33 см, работающие в импульсном режиме.

Для проведения процедур используют отечественные *аппараты,* передвижной Волна-2М и переносные: ДМВ-15 Ромашка и ДМВ 20-1 Ранет. Первый из них имеет максимальную выходную мощность 100 Вт, которая регулируется 9 ступенями. Максимальная выходная мощность аппарата Ромашка не превышает 12-15 Вт, а Ранет - 25 Вт. Они имеют три сменных излучателя: два плоских дискообразных (диаметром 4 и 10 см) и стержнеобразный, предназначенный для полостных процедур. За рубежом для дециметроволновой терапии применяют аппараты Radiotherm, ThermaSpec 600 и другие.

Соотношение нетеплового и теплового компонентов лечебного воздействия дециметровых волн определяется интенсивностью электромагнитного излучения, дозируемого по выходной мощности аппаратов.

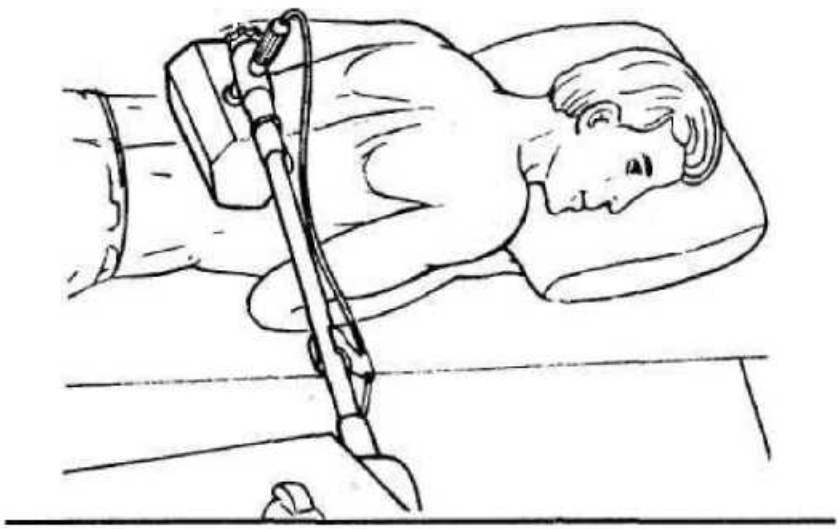


Рис. 53. Дециметроволновая терапия надпочечников.

Методика. Процедуры дециметроволновой терапии осуществляют по двум основным методикам: *дистантной* и *контактной.* Воздействуют на пораженную область или соответствующие эндокринные железы (рис. 53) с помощью излучателей различной формы. При использовании дистантной методики зазор между излучателем и больным составляет 3-4 см. Кроме того, необходимо учитывать наибольшую выраженность противовоспалительного действия при применении слаботепловых интенсивностей, тогда как тепловой эффект может осложнить течение процесса за счет аутогемолимфоперфузии продуктов воспаления. При воздействии СВЧ-полем вектор $\vec{E}$ (обозначенный на внутренней панели излучателя) должен быть направлен параллельно длинной оси части тела больного.

Дозирование лечебных процедур осуществляют по выходной мощности аппаратов. Для получения нетеплового эффекта плотность потока энергии не должна превышать 0,01 $Вт \cdot см^{-2}$, которую достигают при выходной мощности аппарата Волна-2М не более 30 Вт, а аппарата Ранет - не более 10 Вт. Кроме того, необходимо учитывать ощущение приятного тепла больными.

Продолжительность проводимых ежедневно или через день процедур составляет от 4 до 15 мин (в специальных методиках - до 30 мин), курс 8-12 воздействий. При необходимости повторный курс дециметроволновой терапии назначают через 2-3 мес.

Сантиметроволновая терапия

Сантиметроволновая терапия - лечебное применение электромагнитных волн сантиметрового диапазона.

Механизмы биофизического действия сантиметровых радиоволн на биологические ткани принципиально не отличаются от дециметровых. Вместе с тем существенное уменьшение длины воздействующих волн приводит к увеличению удельного веса релаксационных колебаний молекул *свободной неструктурированной воды, боковых цепей фосфолипидов и аминокислот* как в поверхностной поляризации тканей, так и в формировании тока смещения. Это связано с тем, что характеристические частоты релаксации данных молекул близки к частотному диапазону сантиметровых волн (см. рис. 2Б), что определяет резонансное поглощение их энергии.

Малая длина волны обусловливает меньшую глубину проникновения этих электромагнитных волн, которая составляет примерно 3-5 см. Коэффициент отражения сантиметровых волн на границе раздела тканей с различными диэлектрическими свойствами достигает 25-75%. Отражение сантиметровых волн от поверхности кожи создает условия для образования стоячей волны и последующего перегрева кожи и подкожной жировой клетчатки (***скин*-эффект**). Это существенно ограничивает непосредственное воздействие на глубоко расположенный патологический очаг.

Таким образом, сантиметровым волнам также присущ *нетепловой* и *тепловой* компоненты механизма лечебного действия, обусловленного релаксационными колебаниями молекул воды и аминокислот, которые проявляются преимущественно в поверхностных тканях организма (см. рис. 40Г).

Сантиметровые волны малой интенсивности при направленном воздействии стимулируют эндокринную систему организма - кору надпочечников, щитовидную и поджелудочную железы. Активация желез внутренней секреции приводит к повышению в плазме крови содержания АКТГ, СТГ, кортизола, тироксина и инсулина, угнетению активности иммунокомпетентных клеток. При увеличении интенсивности облучения тканей происходит угнетение функции симпато-адреналовой системы.

Под влиянием СВЧ-излучения высокой интенсивности происходит выделение тепла в тканях (см. формулу 5.1). При этом температура кожи и подлежащих тканей увеличивается на 1-3° С, а глубоколежащих тканей на 0,5° С. Сантиметровые волны усиливают регионарную гемо- и лимфодинамику за счет увеличения скорости кровотока, количества функционирующих капилляров и расширения мелких сосудов. Эти процессы способствуют ускорению рассасывания продуктов аутолиза клеток из

воспалительного очага, активируют метаболизм и трофику облучаемых тканей. Активация системы микроциркуляции приводит к уменьшению периневрального отека в болевом очаге и изменению функциональных свойств нервных проводников, расположенных в облучаемой зоне.

Радиоволны сантиметрового диапазона модулируют поток афферентной импульсации в соответствующие сегменты спинного мозга, таламо-гипофизарные центры, что составляет основу формирования сегментарных кожно-висцеральных и кожно-соматических реакций. Степень их проявления зависит от интенсивности воздействия и уровня активации соответствующих рефлекторных механизмов. При этом сантиметровые волны воздействуют на центрь! парасимпатической нервной системы, что приводит к уменьшению артериального давления и вызывает брадикардию, а также стимулируют нейрогуморальную регуляцию гомеостазиса. Активация системы цАМФ и накопление простагландинов усиливают интенсивность метаболических процессов в облучаемых тканях, а увеличение Ca^{2+}-аккумулирующей способности мембран миокардиоцитов приводит к повышению сократимости миокарда.

Эффективная коррекция гемодинамических сдвигов может быть достигнута при локальном воздействии на паравертебральные и рефлексогенные зоны, а также на биологически активные точки *(микроволновая импульсная рефлексотерапия).*

Лечебные эффекты: *противовоспалительный, анальгетический, метаболический, секреторный, сосудорасширяющий.*

Показания. Подострые и хронические воспалительные заболевания периферической нервной системы (невралгия, неврит), дегенеративно-дистрофические заболевания суставов и позвоночника в стадии обострения (остеохондроз, бурсит, периартрит, тендовагинит, разрыв связок), гнойничковые заболевания кожи (фурункул, карбункул, гидраденит), хронические неспецифические заболевания легких, воспалительные заболевания женских половых органов, мочевыводящих путей, предстательной железы, глаз, придаточных полостей носа, слизистых полости рта.

Противопоказания. Воспалительные заболевания с 'выраженным отеком тканей и наличие металлических предметов в зоне воздействия, тиреотоксикоз, инфаркт миокарда (в первые 1-3 мес), вегеталгия, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения **III** ФК, язвенная болезнь со стенозом при-

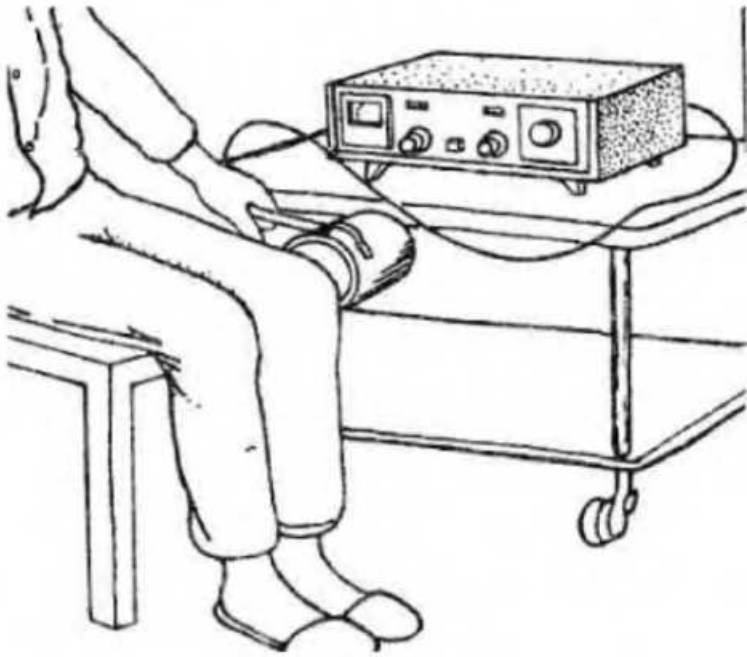


Рис. 54. Сантиметроволновая терапия левого коленного сустава.

вратника и опасностью кровотечения, ригидный антральныи гастрит, эпилепсия.

Параметры. Для сантиметроволновой терапии используют электромагнитные колебания частотой 2375 МГц (длина волны 12,6 см) и 2450± 50 МГц (длина волны 12,2 см).

Для проведения процедур используют переносные аппараты СМВ-150-1 Луч-11 (с максимальной выходной мощностью 150 Вт), а также СМВ-20-3 Луч-3 и Вариация с максимальной мощностью 20 Вт. Аппарат Луч-11 имеет 8 ступеней регулировки мощности и снабжен тремя излучателями цилиндрической формы. К аппарату Луч-3 прилагают комплект из четырех цилиндрических (диаметром 115, 35, 20 и 15 мм) и двух полостных (ректального и вагинального) излучателей. Для микроволновой импульсной рефлексотерапии используют аппарат Мирта-02 (мощностью до 4 Вт) с малогабаритным адаптером. За рубежом для сантиметроволновой терапии применяют аппараты Curadar, Endotherm, Radarmed, PM-7S, MW-7W, MR-2 и другие. Нетепловое и тепловое воздействие сантиметровых волн задают по выходной мощности аппаратов.

Методика. Используют две основные методики сантиметроволновой терапии: *дистантную и контактную.* В первой из них, осуществляемой при помощи аппарата Луч-11, излучатели устанавливают на расстоянии 5-7 см от тела больного. При использовании контактной методики (при помощи аппарата Луч-3) излучатель размещают непосредственно на теле больного (рис. 54) или вводят ректально (вагинально).

Дозирование лечебных процедур осуществляют по выходной мощности аппарата. При дистантной методике слаботепловое воздействие осуществляют при выходной мощности до 40 Вт, среднетепловое 40-60 Вт и сильнотепловое - 60-80 Вт. При контактной методике указанные степени лечебного воздействия достигают при выходной мощности соответственно 3, 4-6 и 7-10 Вт.

Продолжительность проводимых ежедневно или через день лечебных воздействий составляет 5-20 мин, курс лечения 5-15 процедур. При необходимости повторный курс сантиметроволновой терапии назначают через 2-3 мес.

КРАЙНЕ ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ТЕРАПИЯ

Крайне высокочастотная терапия - лечебное применение электромагнитных волн миллиметрового диапазона. Естественные электромагнитные волны миллиметрового диапазона, излучаемые Солнцем и планетами, поглощаются в атмосфере и не доходят до поверхности Земли.

Из-за малой длины волны крайне высокочастотные излучения хорошо поглощаются молекулами воды, гидратированных белков и коллагеновыми волокнами. Вследствие этого они обладают низкой проникающей способностью в биологические ткани (0,2-0,6 мм) и существенной пространственной неоднородностью формируемого электромагнитного поля. Излучатели-волноводы концентрируют миллиметровые волны в параллельные пучки, что определяет, в отличие от волн большей длины, исключительно *локальный* характер воздействия на отдельные участки тела больного.

В основе лечебного действия крайне высокочастотных излучений лежит индуцируемая миллиметровыми волнами конформационная перестройка структурных элементов кожи и *активация нервных проводников кожи,* обладающих тонической активностью. В результате модуляции их импульсной активности изменяется структура восходящего импульсного потока, что приводит к активации кожно-висцеральных рефлексов.

Под действием миллиметровых волн на зоны локальной болезненности, рефлексогенные зоны и биологически активные точки происходит изменение деятельности вегетативной нервной и эндокринной систем, что способствует улучшению трофики слизистой гастродуоденальной зоны, железистого аппарата ко-

жи. Наряду с этим конформационные изменения дермальных структур кожи под действием миллиметровых радиоволн индуцируют ее иммуногенез и способны влиять на гуморальный и клеточный иммунитет, реактивность организма. Реакции организма на миллиметровые радиоволны развиваются в рамках общего адаптационного синдрома и проявляются в увеличении неспецифической резистентности организма к факторам внешней среды. Возникающая при миллиметроволновом облучении нейрогуморальная активация антиоксидантной системы организма блокирует процессы перекисного окисления липидов, играющего существенную роль в патогенезе ряда заболеваний и их обострений.

Некоторые исследователи рассматривают специфическую биоинформационную функцию КВЧ-излучений, связанную с резонансным поглощением энергии, запуском автоколебательных процессов и конформационной перестройкой в биологических структурах. В основе таких представлений лежит совпадение частоты КВЧ-излучений с частотой релаксационных колебаний некоторых биологических молекул. Это создает теоретические предпосылки для формирования синхронно колеблющихся ансамблей биологических макромолекул. При анализе таких представлений необходимо, однако, учитывать, что феномен частотнозависимого поглощения электромагнитной энергии выявлен для простейших и клеточных культур. В реальных биологических объектах такое явление до сих пор корректно не установлено. Исходя из этого, в настоящее время нет достаточных научных оснований для построения теории механизма действия КВЧ-излучений на основе так называемого *биологического резонанса.*

Лечебные эффекты: *нейростимулирующий, секреторный, иммунокорригирующий.*

Показания. Подострые и хронические воспалительные заболевания периферической нервной системы (невралгия, неврит), хронические заболевания внутренних органов (язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки в стадии обострения, дискинезия желчевыводящих путей, пневмония, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения II ФК), заболевания кожи (гнездная алопеция, псориаз, ограниченная склеродермия), эрозия шейки матки, консолидированные переломы костей.

Противопоказания. Острые гнойные воспалительные заболевания, гипертиреоз, нейродермит, бронхиальная астма (инфекционно-зависимая форма), вегеталгия.

Параметры. В процедурах КВЧ-терапии используют электромагнитные колебания частотой 57-65 ГГц (длины волн 4-8 мм). В большинстве случаев применяют фиксированные частоты, соответствующие длинам волн 5,6 мм (53,534±0,01 ГГц) и 7,1 мм (42,194±0,01 ГГц). Для лечебного воздействия используют КВЧ-

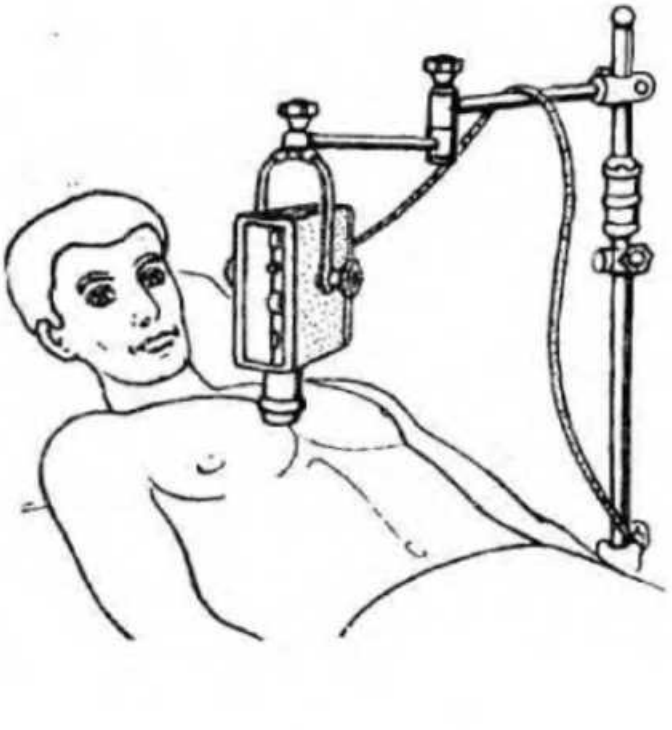


Рис. 55. КВЧ-терапия средней трети грудины.

излучения, плотность потока энергии которых не превышает 10 **мВт·см$^{-2}$**. Частотная модуляция КВЧ-излучений достигает 100 МГц. При воздействии на биологически активные точки чаще всего применяют электромагнитные излучения частотой 61+2,1 ГГц. Плотность потока энергии на выходе рупора волновода (площадью 2 см^2) составляет 2-5 **мВт·см$^{-2}$.**

Для лечения больных используют генераторы монохроматических волн Явь-1-5,6 и Явь-1-7,1, МАВИ, а также Электроника КВЧ-101, Шлем 01-05, Шлем 01-07 и КВОТЕР. Аппарат Инициация-2МТ работает на двух фиксированных частотах, что позволяет изменять частоту КВЧ-излучений в диапазоне 57-65 ГГц, а аппарат ГЗ-142 Порог-1 генерирует электромагнитные колебания в более широком диапазоне миллиметровых волн. Все аппараты могут быть использованы в непрерывном и импульсном режимах генерации миллиметровых волн, а также в режиме частотной модуляции.

Методика. Воздействие миллиметровыми волнами осуществляют на кожные проекции патологического очага (рис. 55), вегетативных ганглиев, двигательные точки, рефлексогенные зоны и биологически активные точки. После подготовки аппарата к работе рупор излучателя-волновода устанавливают на расстоянии 2-5 мм от выбранного участка облучения. В аппаратах Явь расстояние фиксируют при помощи пластмассовой насадки волновода.

Дозирование лечебного воздействия осуществляют по выходной мощности аппарата и ощущениям (сонливость, чувство тепла, понижения кожной чувствительности) больного.

Продолжительность проводимых ежедневно или через день воздействий составляет от 5-6 до 20-25 минут. Курс лечения от 3-5 до 15-20 процедур. Повторные курсы КВЧ-терапии проводят через 2-3 мес.

Рекомендуемая литература

Гойденко В.С., Ситель А.Б. Микроволновая физиотерапия. М.: Медицина, 1984.

Сбросов А.Н., Ясногородский В. Г. Применение энергии дециметровых волн в медицине. М.: Медицина, 1980. 168 с.

Пономаренко Г.Н. Электромагнитотерапия и светолечение. СПб., 1995.

Скурихина Л.А. Физические факторы в лечении и реабилитации больных заболеваниями сердечно-сосудистой системы. М.: Медицина, 1979.

Ясногородский В.Г. Электротерапия. М.: Медицина, 1987.

ГЛАВА 6

ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ (ФОТОТЕРАПИЯ)

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТКАНЕЙ ОРГАНИЗМА

При взаимодействии с поверхностью тела человека часть оптического излучения отражается, другая рассеивается во все стороны, третья поглощается, а четвертая проходит сквозь различные слои биологических тканей. Отношения этих частей к падающему потоку излучения характеризуют коэффициентами отражения, рассеяния, поглощения и пропускания тканей и сред. Чаще всего объектом взаимодействия оптического излучения с организмом является кожа. Коэффициент его отражения слабопигментированной кожей достигает 43-55% и зависит от многих причин. Так, например, у мужчин он на 5-7% ниже, чем у женщин. Пигментированная кожа отражает свет на 6-8% слабее (рис. 56). Нарастание угла падения света на поверхность кожи увеличивает коэффициент отражения до 90%.

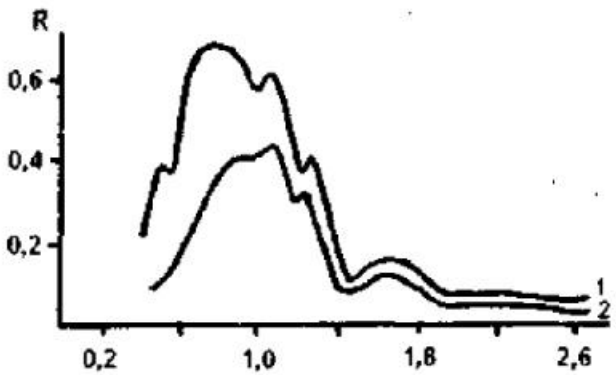


Рис. 56. Зависимость коэффициента отражения светлой (1) и темной (2) кожи человека от длины волны оптического излучения.

По оси абсцисс: длина волны оптического излучения, λ, мкм; по оси ординат коэффициент отражения R, отн.ед.

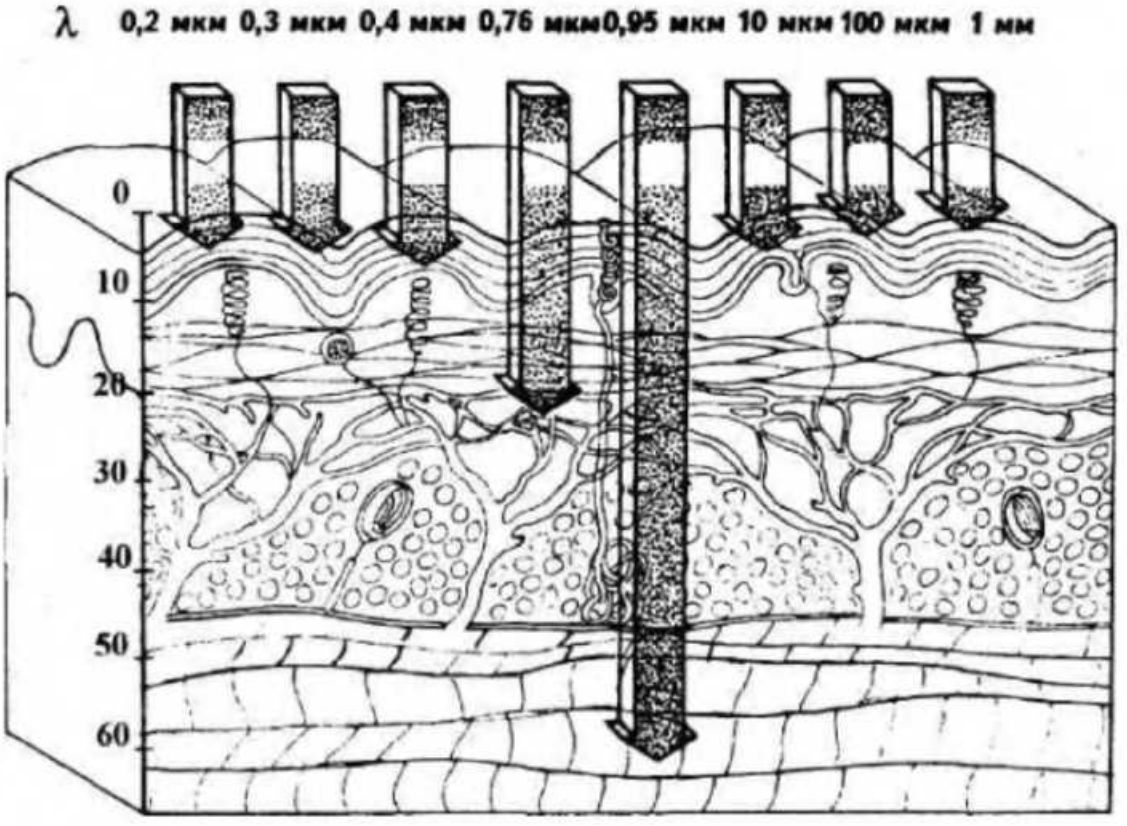


Рис. 57. Проникающая способность оптического излучения в различные слои кожи человека.

По оси абсцисс: длина волны оптического излучения, λ, мкм; по оси ординат - проникающая способность, l мм.

Фотобиологические реакции возникают вследствие поглощения электромагнитной энергии, которая определяется энергией световых квантов и возрастает с уменьшением длины волны. Характер взаимодействия оптического излучения с биологическими тканями определяется его проникающей способностью. Различные слои кожи неодинаково поглощают оптическое излучение разной длины волны (рис. 57). Глубина проникновения света нарастает при переходе от ультрафиолетового излучения до оранжевого с 0,7-0,8 до 2,5 мм, а для красного излучения составляет 20-30 мм. В ближнем диапазоне инфракрасного излучения (на длине волны 950 нм) проникающая способность достигает максимума и составляет 60-70 мм, а в среднем и дальнем диапазонах резко снижается до 0,3-0,5 мм.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ТКАНЯМИ

Взаимодействие электромагнитных волн оптического диапазона с биологическими объектами проявляется как в волновых, так и квантовых эффектах, вероятность формирования которых изменяется в зависимости от длины волны. При оценке особенностей лечебного действия оптического излучения, наряду с такими закономерностями его волнового распространения, как отражение, рассеяние и поглощение, необходимо также учитывать корпускулярные эффекты - фотохимический, фотоэлектрический, фотолитический и другие.

В механизме фотобиологического действия оптического излучения определяющим является поглощение энергии световых квантов атомами и молекулами биологических тканей *(закон Гротгуса-Дрейпера).* В результате образуются электронно-возбужденные состояния молекул с переносом энергии кванта (внутренний фотоэффект) и происходит электролитическая диссоциация и ионизация биологических молекул. Характер первичных фотобиологических реакций определяется энергией квантов оптического излучения. В инфракрасной области энергии фотонов **((1,6-2,4)·10^{-19}** Дж) достаточно только для увеличения энергии колебательных процессов биологических молекул. Видимое излучение, энергия фотонов которого составляет **(3,2-6,4)·10^{-19}** Дж, способно вызвать их электронное возбуждение и фотолитическую диссоциацию. Наконец, кванты ультрафиолетового излучения с энергией **(6,4-9,6)·10^{-19}** Дж вызывают ионизацию молекул и разрушение ковалентных связей (рис. 58).

На следующем этапе энергия оптического излучения трансформируется в тепло или образуются первичные фотопродукты, выступающие пусковым механизмом фотобиологических процессов. Первый тип энергетических превращений присущ в большей степени инфракрасному, а второй - ультрафиолетовому излучению. Анализ природы происходящих процессов позволяет утверждать, что специфичность лечебных эффектов различных участков оптического излучения зависит от длины волны.

Степень проявления фотобиологических эффектов в организме зависит от интенсивности оптического излучения, которая обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника до

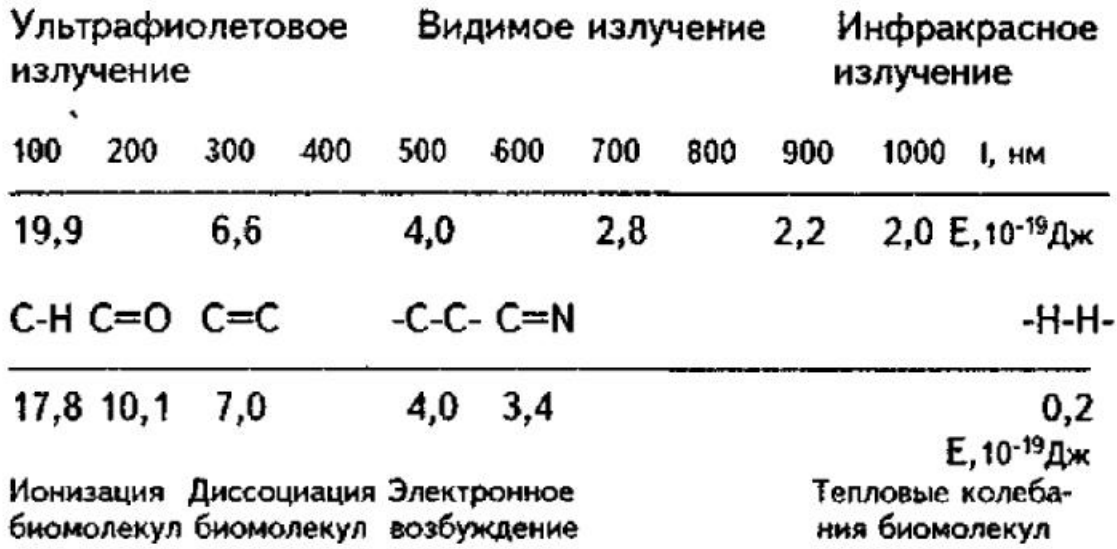


Рис.58. Фотохимические реакции квантов оптического излучения.

облучаемой поверхности. Исходя из этого, в клинической практике определяют не интенсивность, а дозу облучения на определенном расстоянии от источника путем измерения времени облучения.

Таким образом, электромагнитные поля и излучения имеют определенное пространственно-временное распределение энергии, которая при взаимодействии ЭМП с биологическими тканями трансформируется в другие виды (механическую, химическую, тепловую и др.). Вызванные возбуждением или нагреванием тканей организма процессы служат пусковым звеном физико-химических и биологических реакций, формирующих конечный терапевтический эффект. При этом каждый из типов рассмотренных электромагнитных полей и излучений вызывает присущие только ему физико-химические процессы, которые определяют специфичность их лечебных эффектов и методов применения (табл. 8).

Таблица 8

Методы лечебного применения электромагнитных излучений оптического диапазона

Характер излучений	Методы лечебного применения
Инфракрасное излучение	ИК-облучение
Видимое излучение	Хромотерапия
Ультрафиолетовое излучение	УФ-облучение
- длинноволновое (ДУФ)	- длинноволновое
- средневолновое СУФ)	- средневолновое
- коротковолновое (КУФ)	- коротковолновое
Монохроматическое когерентное излучение	Лазеротерапия
	Фотодинамическая терапия

ИНФРАКРАСНОЕ ОБЛУЧЕНИЕ

Инфракрасное облучение - лечебное применение инфракрасного излучения.

Источником инфракрасного излучения является любое нагретое тело. Интенсивность и спектральный состав такого излучения определяются температурой тела. Организм человека также является мощным источником инфракрасного излучения (максимум в сплошном спектре излучения тела лежит на λ = 9,3 мкм) и хорошо поглощает его *(феномен радиационного теплообмена).* Инфракрасное излучение составляет до 45-50% солнечного излучения, падающего на Землю. В искусственных источниках света (лампах накаливания с вольфрамовой нитью) на его долю приходится 70-80% энергии всего излучения.

Происходящее при поглощении энергии инфракрасного излучения образование тепла приводит к локальному повышению температуры облучаемых кожных покровов на 1-2° С и вызывает местные терморегуляционные реакции поверхностной сосудистой сети. Эти реакции проявляются изменением тонуса капилляров и функциональных свойств термомеханочувствительных афферентных проводников кожи.

Сосудистая реакция развивается *фазно.* Вначале возникает кратковременный (до 30 с), незначительно выраженный спазм поверхностных сосудов кожи, который в последующем сменяется увеличением локального кровотока и возрастанием объема циркулирующей в тканях крови. В результате возникает *гиперемия* облученных участков тела, обусловленная увеличением притока крови в тканях. Она проявляется *красными пятнами на коже, возникает в процессе инфракрасного облучения пациента, не имеет четко очерченных границ и исчезает бесследно через 20-30 мин после окончания облучения.* После многократных инфракрасных облучений на коже может появиться нестойкая пятнистая пигментация, которая локализована преимущественно по ходу поверхностных вен.

Выделяющаяся тепловая энергия существенно ускоряет метаболические процессы в облучаемых тканях, активирует миграцию полиморфно-ядерных лейкоцитов и лимфоцитов в очаг воспаления в подострую и хроническую стадию. Активация микроциркуляторного русла и повышение проницаемости сосудов способствуют удалению из него продуктов аутолиза клеток.

Часть перфузируемой жидкости выделяется с потом и испаряется, что приводит к уменьшению конвекционного потока в тканях и дегидратации воспалительного очага. Усиление дифференцировки фибробластов и дегрануляции моноцитов приводит к активации пролиферации в очаге воспаления, ускорению грануляции ран и трофических язв. Указанные процессы индуцируются также и выделяющимися в воспалительном очаге биологически активными веществами (простогландины, цитокины и калликреин). Последний вызывает также блокаду проводимости афферентных проводников болевой чувствительности. Следовательно, инфракрасное излучение стимулирует процессы *репаративной регенерации* в очаге воспаления и может быть наиболее эффективно использовано на заключительных стадиях воспалительного процесса. Напротив, в острую фазу воспаления инфракрасное излучение может вызвать пассивную застойную гиперемию, усилить болевые ощущения вследствие сдавления нервных проводников и выделения алгогенных медиаторов (ацетилхолин и гистамин).

В результате изменения импульсной активности термомеханочувствительных афферентов кожи развиваются нейрорефлекторные реакции внутренних органов, метамерно связанных с облученным участком кожи. Они проявляются в расширении сосудов внутренних органов, усилении их метаболизма, а также в ускорении грануляции ран и трофических язв. Кроме того, при инфракрасном облучении обширных участков тела происходит учащение дыхания (тахипноэ) и активация терморегулирующих центров гипоталямуса.

Лечебные эффекты: *противовоспалительный (противоотечный, регенеративно-пролиферативный), метаболический, местный анальгетический, вазодктивный.*

Показаний. Хронические и подострые негнойные воспалительные заболевания внутренних органов, ожоги и отморожения, вялозаживающие раны и язвы, заболевания периферической нервной системы с болевым синдромом (миозиты, невралгии), последствия травм опорно-двигательного аппарата.

Противопоказания. Острые воспалительно-гнойные заболевания, недостаточность мозгового кровообращения (особенно в вертебро-базиллярном бассейне), вегетативные дисфункции, симпаталгия.

Параметры. Спектральный состав инфракрасного излучения и его интенсивность определяются температурой нити накали-



Рис. 59. Светотепловое облучение лица лампой Минина.

вания ламп и их мощностью. Чем они выше, тем в более коротковолновой области находится максимум спектральной плотности инфракрасного излучения ламп (согласно закону Вина). Искусственными источниками инфракрасных лучей являются облучатели с нихромовыми нагревательными элементами ЛИК-5М. У облучателя ЛИК-5М температура нихромовой спирали составляет 700-800° С, и он излучает преимущественно средневолновые инфракрасные лучи.

В лечебной практике широко используют также источники сочетанного видимого и инфракрасного излучений: рефлектор медицинский (Минина), имеющий лампу накаливания с колбой синего цвета из кобальтового стекла (мощностью 25-60 Вт), лампы Соллюкс - передвижную ПЛС-6М (500-1000 Вт) и настольные ОСН-70 и ЛСН-1М (150-200 Вт). Максимум излучения лампы Минина находится преимущественно на границе коротко- и средневолнового диапазонов инфракрасного излучения, что обусловливает возможность ее использования для прогревания поверхностных слоев кожи. Напротив, у высокомощных ламп Соллюкс (с температурой вольфрамовой нити накаливания 2800° С), максимум спектральной плотности излучения составляет 2 мкм. Испускаемое такой лампой коротковолновое инфракрасное излучение обладает высокой проникающей способностью (см. рис. 57) и вызывает прогревание глубокорасположенных тканей. За рубежом выпускают стоечные инфракрасные излучатели Infratherap, T-300/500, S-300/S-500, SR300/SR500 Theralux Heat Therapy Unit, Sollux 500, I.R.Lamp, IR-radiator.

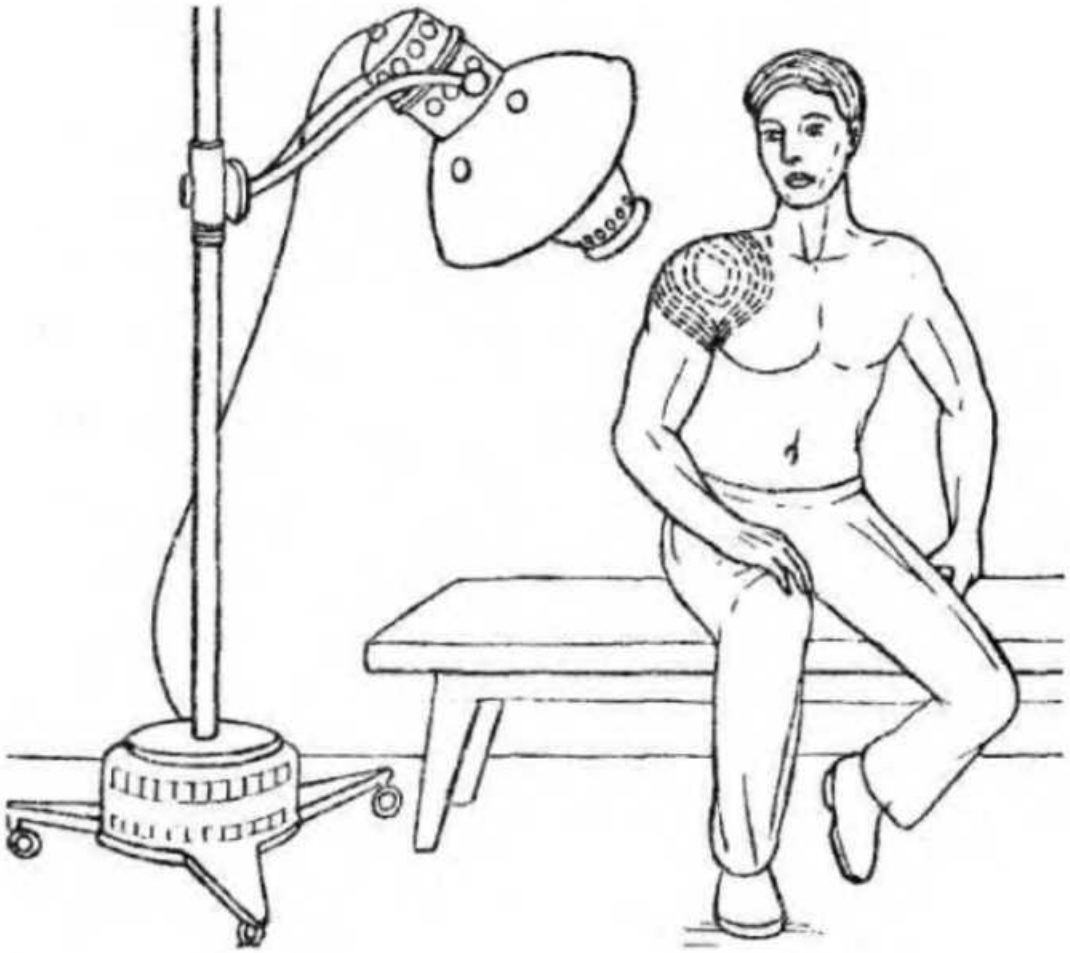


Рис. 60. Саетотепловое облучение плечевого сустава лампой Соллюкс.

Методика. Облучению подвергают пораженные участки тела. В зависимости от мощности источника инфракрасного излучения его рефлектор при проведении процедур устанавливают на расстоянии 30-100 см от облучаемой поверхности (рис. 59). Передвижные лампы устанавливают сбоку от расположенного на кушетке больного (рис. 60).

Инфракрасное излучение в сочетании с вибрацией применяют в косметической физиотерапии для ускорения введения в кожу различных лекарственных веществ *(инфравиброфорез).* При этом инфракрасное излучение вызывает расширение кровеносных и лимфатических сосудов кожи, протоков сальных и потовых желез, что приводит к усилению всасывания форетируемых веществ. Вибрация усиливает их проникающую способность и, стимулируя лимфооток, повышает тургор кожи и сократимость гладких мышц. Содержание воды в эпидермисе увеличивается на треть, а жиров - на две трети от исходных величин.

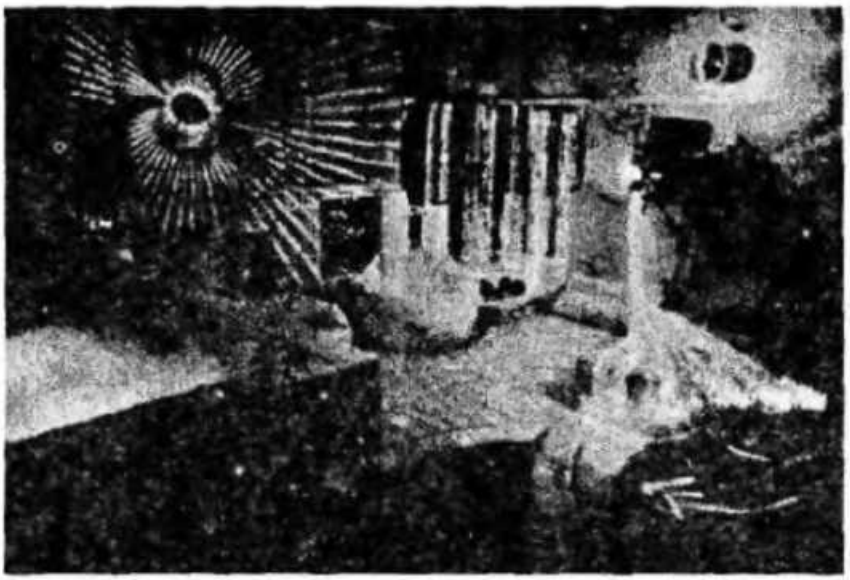


Рис. 62. Сенсорная комната (фирма Rompa Snoezelen).

ности голубого излучения фотодеструктивные процессы наиболее выражены при незначительной толщине кожных покровов, которая характерна для новорожденных.

Лечебные эффекты: *психоэмоциональный, метаболический, фотодеструктивный.*

Показания. Переутомление, неврозы, расстройства сна, трофические язвы, вялозаживающие раны, желтуха новорожденных.

Противопоказания. Фотоофтальмия, фотоэритема.

Параметры. Для хромотерапии используют источники видимого излучения различного спектрального состава, излучающие в диапазоне длин волн 400-760 нм. Для лечебных целей используют рефлектор медицинский (Минина) и лампы Соллюкс с различными светофильтрами, пребывание больных в специальных сенсорных комнатах (рис, 62) с источниками, которые позволяют воспроизводить разнообразные сочетания цветов. Для лечения желтухи новорожденных применяют отечественный облучатель ВОД-11, а также КЛА-21, в которых имеются голубые лампы и лампы дневного света.

Методика. Методы лечебного применения видимого излучени во многом аналогичны инфракрасному облучению. Облучение новорожденных осуществляют на расстоянии 50-70 см от поверхности тела.

Дозирование лечебных процедур осуществляют по плотности потока энергии и ощущению больным легкого и приятного тепла. Используют также методы психофизиологической оценки порогов цветовосприятия при помощи аномалоскопа АН. Оцен-

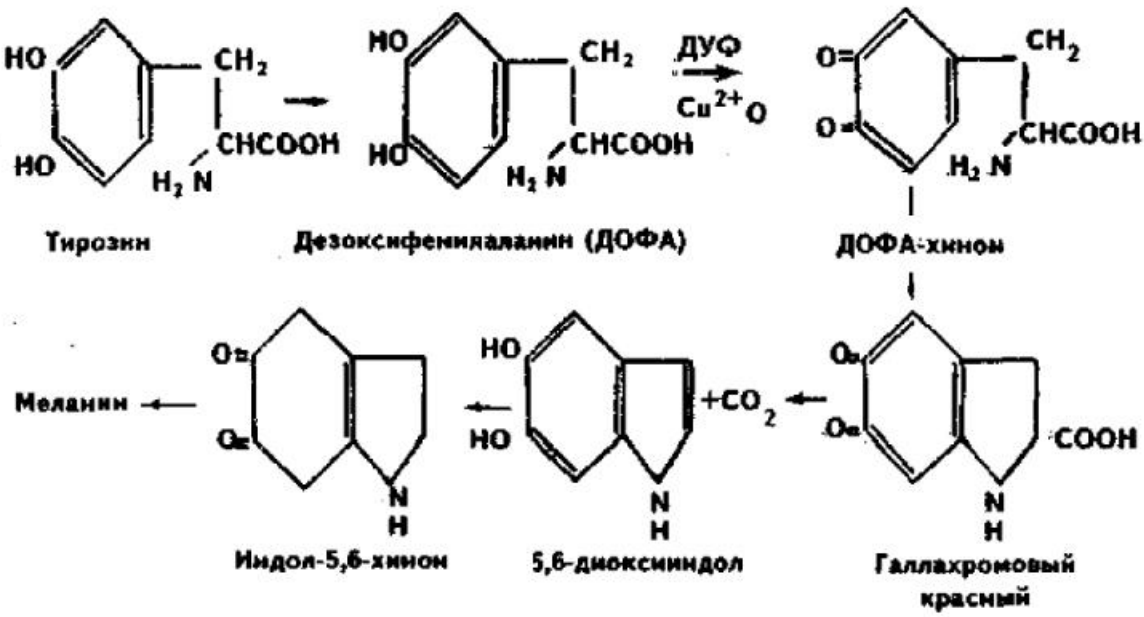


Рис. 63. Схема образования меланина в эпидермисе.

ку степени адаптации зрительного анализатора производят по критической частоте слияния мельканий (КЧСМ). Продолжительность процедур и длительность курса определяют индивидуально. Повторные курсы хромотерапии назначают через 1 мес.

УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ОБЛУЧЕНИЕ

Ультрафиолетовое облучение - лечебное применение ультрафиолетового излучения.

При поглощении квантов ультрафиолетового излучения в коже протекают следующие фотохимические и фотобиологические реакции: разрушение белковых молекул *(фотолиз),* образование более сложных биологических молекул *(фотобиосинтез)* или молекул с новыми физико-химическими свойствами *(фотоизомеризацид),* а также образование *биорадикалов.* Сочетание и выраженность этих реакций, а также проявление последующих лечебных эффектов определяются спектральным составом ультрафиолетовых лучей. В фотобиологии длинно-, средне- и коротковолновые ультрафиолетовые лучи условно относят соответственно к А-, В- и С-зонам.

Длинноволновое облучение

Длинноволновое облучение - лечебное применение длинноволнового ультрафиолетового излучения.

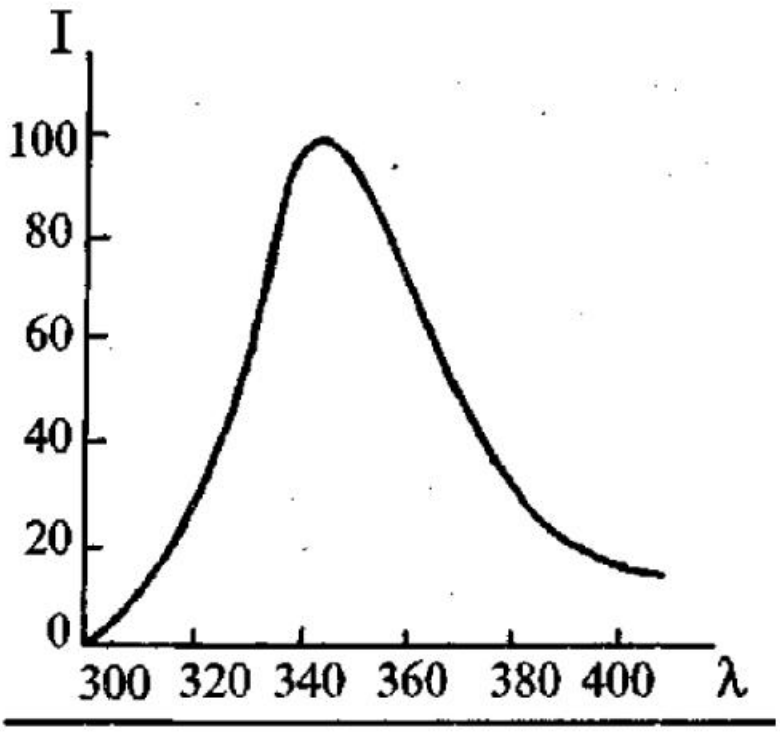


Рис. 64. Зависимость интенсивности образования меланина в коже человека от длины волны ультрафиолетового излучения.
По оси абсцисс: длина волны оптического излучения λ, мкм; по оси ординат интенсивность образования меланина I, %.

Ультрафиолетовые лучи длинноволнового диапазона стимулируют процессы декарбоксилирования тирозина с последующим образованием меланина (рис. 63) в клетках шиловидного слоя эпидермиса (меланоцитах). Они расположены среди клеток базального слоя эпидермиса и имеют множество отростков, расходящихся в разных направлениях. УФ-излучение вызывает пролиферацию клеток мальпигиевого слоя эпидермиса и стимулирует продукцию меланина. *Меланин* (греч. μελας- черный) - пигмент, структуру которого составляет полимер индольных групп с неупорядоченной структурой (рис. 63). Меланоциты секретируют и выделяют гранулы меланина в ближайшие эпидермоциты, что обусловливает пигментацию (загар) кожи.

Наибольшее количество меланина образуется в коже на 3-й сутки от момента облучения. Максимальным пигментирующим действием обладают длинноволновые ультрафиолетовые лучи с длиной волны 340-360 нм (рис. 64). Усиление меланогенеза приводит к компенсаторной активации синтеза АКТГ и МСГ, которые регулируют секреторную деятельность надпочечников.

Продукты фотодеструкции ковалентно связываются с белками кожи и образуют неоантигены, которые вступают в контакт с эпидермальными макрофагами (клетками Лангерганса) надбазального слоя эпидермиса. Эти клетки, обладающие антигенпрезентирующими свойствами, перемещаются в дерму и через фенестрированный эндотелий лимфатических сосудов движутся

к региональным лимфатическим узлам, дренирующим участок образования антигенов. В узлах и дерме происходит взаимодействие этих клеток с Т-лимфоцитами. Их активация приводит к пролиферации В-лимфоцитов, дегрануляции моноцитов и тканевых макрофагов, образованию.иммуноглобулинов А, М, G В результате выделяется большое количество неспецифических гуморальных факторов межклеточных взаимодействий и лимфокинов. Кратковременная активация лаброцитов и базофилов с выделением гистамина и гепарина сменяется продолжительной дегрануляцией макрофагов и эозинофилов, которые секретируют в дерму большое количество гранулярных гидролазных ферментов и анитимедиаторов воспаления (гистаминаза, простогландиндегидрогеназа и др.). Таким образом, экспонирование продуктов фотодеструкции белков приводит к формированию иммунного ответа, имеющего значительное сходство с реакцией гиперчувствительности замедленного типа (рис. 65). Запуск описанных выше процессов происходит через 15-16 часов и достигает максимума через 24-48 часов после инициации антигена.

В зависимости от состояния организма и продолжительности длинноволнового облучения состав клеточной популяции иммунного ответа может существенно изменяться. В крови происходит нарастание неидентифицированных форм лимфоцитов, что свидетельствует об индукции процессов дифференцировки лимфоцитов из клеток-предшественников. Попавшие в кожу антигены и иммуноглобулины G активируют систему комплемента с последующим запуском комплекса мембранных энзимов и Т-лимфоцитов-хелперов. У ослабленных больных Т-хелперный ответ кожи выражен слабо и в наибольшей степени проявляется фаза антигенного контакта. Такая тренировка иммунной системы длинноволновым ультрафиолетовым излучением повышает неспецифическую резистентность организма к неблагоприятным факторам внешней среды.

Надо, однако, помнить что длительное ультрафиолетовое облучение приводит к практически полному исчезновению клеток Лангерганса из эпидермиса и нарушению процессов презентирования продуктов фотодеструкции, который начинают осуществлять клетки Грэнстейна. Попав в дерму, ДУФ-индуцированные антигены могут вызвать *бласттрансформацию* клеточных элементов кожи. Кроме того, они активируют антигенспецифические Т-супрессоры, которые блокируют инициацию Т-хелперов (см. рис. 65).

Механизм образования и активации Т-супрессоров неизвестен, но показано, что они ингибируют противоопухолевые

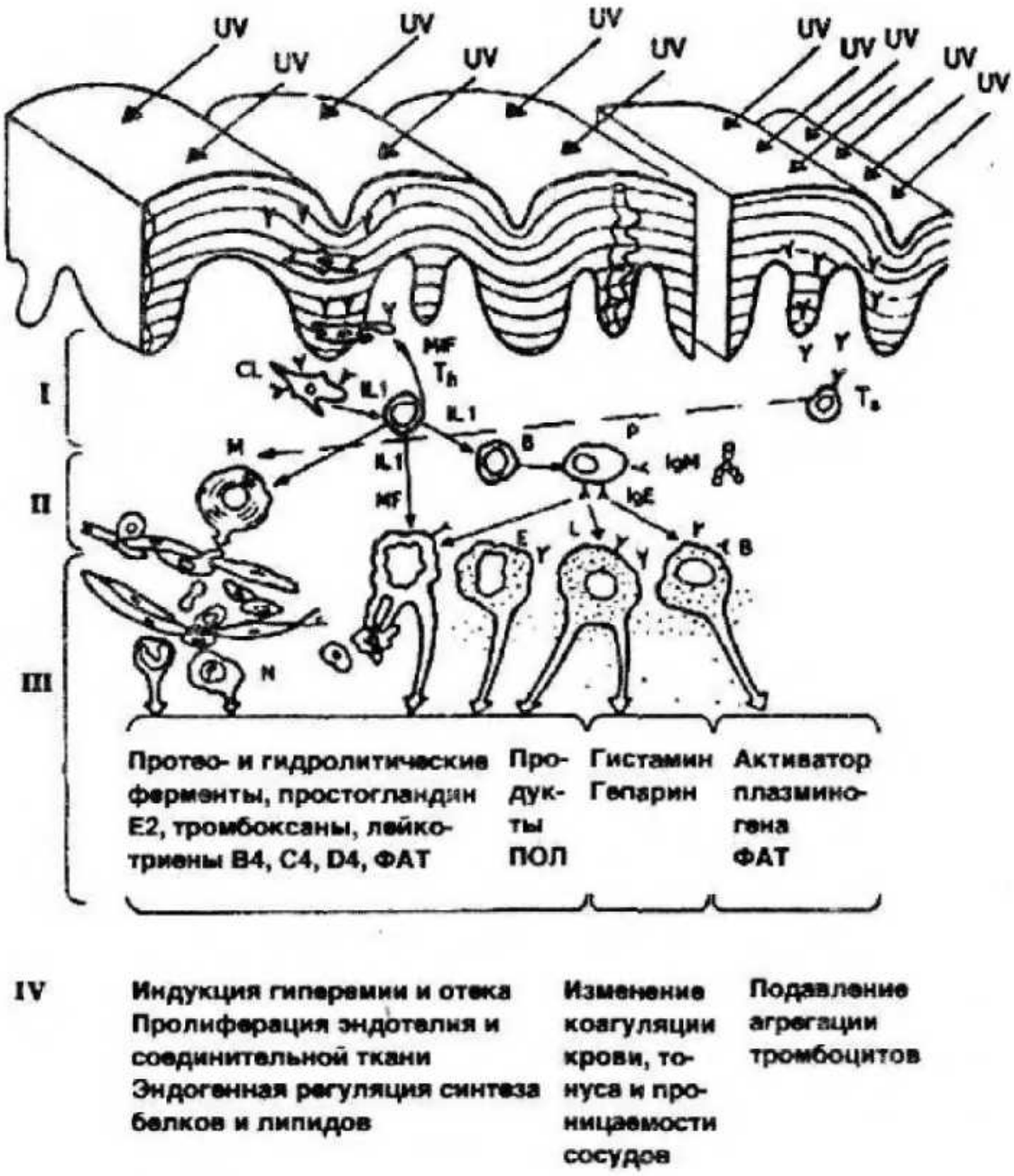


Рис. 65. Схема иммунного ответа кожи на ультрафиолетовое излучение (UV). I - фаза инициации (лимфоидная фаза); II - медиаторная фаза; III - агрессивная фаза; IV - деструктивная фаза.

CL- клетка Лангерганса; N - нейтрофил; B - базофил; T_h - Т-лимфоцит-хеллер; T_s - Т-лимфоцит-супрессор; L - лаброцит; E - эозинофил; MF - макрофаг; M - моноцит; P - плазмоцит; IL1 - интерлейкин; Ig - иммуноглобулины.

реакции раньше, чем формируется опухоль. В настоящее время возможность образования опухолевых клеток в коже под действием длинноволнового ультрафиолетового облучения сомнению не подлежит, но участие в бластогенных реакциях клеток

Лангерганса, Т-клеточных субпопуляций лимфатических узлов и Т-супрессоров пока не удается доказать достоверно.

Некоторые химические соединения фурокумаринового ряда *(аммифурин, бероксан, псоберан, псорален, пувален)* способны сенсибилизировать кожу больных к длинноволновому ультрафиолетовому излучению и стимулировать образование в меланоцитах пигмента меланина. При предварительном пероральном приеме этих препаратов с последующим облучением длинноволновыми ультрафиолетовыми лучами они соединяются с тимидиновыми основаниями ДНК клеток дермы и образуют С-4-циклобутанфотоаддитивные соединения. Такие продукты подавляют частоту митозов быстроделящихся клеток дермы и дифференцировку базальных слоев эпидермиса. В результате у больных псориазом, грибовидным микозом и витилиго возникает эритема и отек на пораженных участках кожи. В процессе курсового лечения по определенной схеме происходит восстановление структуры кожи и ее пигментации. Такой метод лечения данных заболеваний называется *фотохимиотерапией* или /7У5!Л-терапией (PUVA: Р псорален, UVA ультрафиолетовое излучение зоны А).

Лечебные эффекты: *пигментообразующий, иммуностимулирующий, фотосенсибилизирующий.*

Показания. Хронические воспалительные заболевания внутренних органов (особенно дыхательной системы), заболевания суставов и костей различной этиологии, ожоги и отморожения, вялозаживающие раны и язвы, утомление, псориаз, экзема, грибовидный микоз, витилиго, себорея.

Противопоказания. Острые воспалительно-гнойные заболевания, заболевания печени и почек с выраженным нарушением функций, гипертиреоз, повышенная чувствительность к ультрафиолетовому излучению.

Параметры. Для лечебного воздействия используют длинноволновое ультрафиолетовое излучение (λ= 320-400 нм) с интенсивностью $(0,5\text{-}15)\cdot 10^4$ **Дж·м$^{-2}$.** Искусственные источники ультрафиолетовых лучей можно разделить, на *селективные* (излучают длинноволновое или комбинацию длинно- и средневолновых УФ-лучей) и *интегральные* (излучают все области спектра УФ-лучей). Для получения лечебных эффектов как правило используют селективные источники.

Длинноволновое ультрафиолетовое облучение применяют также в установках для получения загара - *соляриях* (рис.66). Они содержат различное количество инфляционных рефлек-

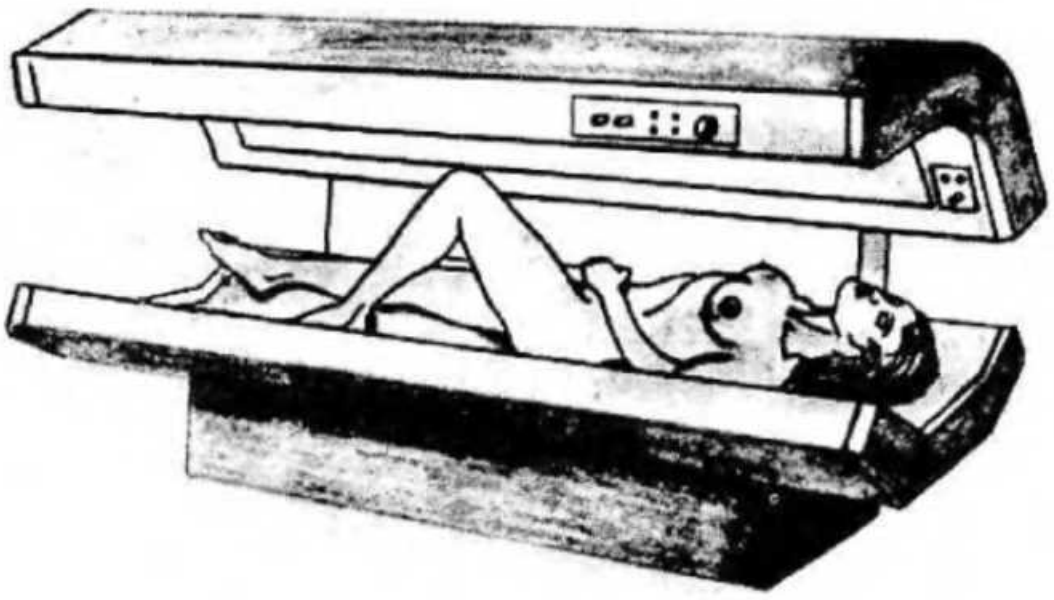


Рис. 66. Длинноволновое ультрафиолетовое облучение тела.

торных ламп 100-R (мощностью 80-100 Вт) для загара тела и металло-галогенные лампы (мощностью 400 Вт) для загара лица. В медицинских и лечебно-профилактических учреждениях применяют солярии Ketler, Ergoline, Salana, Nemectron и другие.

Селективное излучение получают также при помощи газоразрядной лампы низкого давления ЛУФ 153 с максимальной спектральной плотностью ультрафиолетового излучения в длинноволновом диапазоне. Ее используют для PUVA-терапии в установках ультрафиолетовых длинноволновых УУД-1, УУД-1-А, облучателе ультрафиолетовом для головы ОУГ-1, облучателе ультрафиолетовом для конечностей ОУК-1, а также облучателях ЭОД-10, ЭГД-5. За рубежом выпускают установки для общих и локальных облучений PUVA, Psorylux, Psorymox, Valdman и другие Источники интегрального излучения для длинноволнового облучения применяют редко (см. *Средневолновое облучение).*

Методика. Длинноволновому облучению подвергают часть или все тело больного (см. рис. 66). При *местном* воздействии облучают непигментированный участок тела пациента. Перед *общим* облучением больному необходимо раздеться и отдохнуть 5-10 мин. Его кожа должна быть очищена от различных мазей и кремов. В зависимости от конструкции аппарата, облучают поочередно различные поверхности тела больного или одновременно все его тело по круговой методике (рис. 67).

Расстояние от источника ДУФ-излучения до тела составляет не менее 10-15 см. Глаза больного во время процедуры должны быть защищены при помощи специальных очков.



Рис. 67. ПУВА-терапия.

Дозирование воздействий осуществляют по интенсивности, плотности энергии и продолжительности облучения. В соответствии с типом пигментации кожи приняты три схемы общего длинноволнового ультрафиолетового облучения (табл. 9).

Таблица 9

Схемы общих длинноволновых облучений

Сутки	Продолжительность облучения, мин		
	Светлая кожа	Нормальная кожа	Смуглая кожа
1	15	15	20
2	0	0	0
3	20	25	30
4	0	0	0
5	25	25	25
6	30	30	30
7	30	30	30
8	30	30	30
9	30	30	30
10	30	30	0
11	30	30	0
12	30	30	0

ПУВА-терапию начинают с минимальных субэритемных доз 15-25 **кДж·м$^{-2}$**, а затем через каждые 2-3 процедуры увеличивают на 15 **кДж·м$^{-2}$**, доводя дозу до 100-150 **кДж·м$^{-2}$**. Пувален назначают из расчета 0,6 **мг·кг$^{-1}$**. Продолжительность курса ПУВА-терапии - 20-25 процедур. Повторный курс облучений проводят через 6-8 недель.

Средневолновое облучение

Средневолновое облучение - лечебное применение средневолнового ультрафиолетового излучения.

При поглощении квантов средневолнового ультрафиолетового излучения, обладающих значительной энергией, в коже образуются низкомолекулярные продукты фотолиза белка и фоторадикалы, среди которых особая роль принадлежит продуктам перекисного окисления липидов (токсическим метаболитам кислорода). Они вызывают изменения ультраструктурной организации биологических мембран, лйпидно-белковых взаимоотношений мембранных энзимов и их важнейших физико-химических свойств (проницаемости, вязкости и др.).

Продукты фотодеструкции активируют систему мононуклеарных фагоцитов и вызывают дегрануляцию лаброцитов и базофилов (см. рис. 65). В результате в прилежащих слоях кожи и сосудах происходит выделение биологически активных веществ (кинины, простогландины, лейкотриены и тромбоксаны, гепарин, фактор активации тромбоцитов) и вазоактивных медиаторов (ацетилхолин и гистамин). Последние, через **M_1**-холинорецепторы и гистаминовые рецепторы, активируют лигандуправляемые ионные каналы нейтрофилов и лимфоцитов и, путем активации промежуточных звеньев (оксид азота и др.), существенно увеличивают проницаемость и тонус сосудов, а также вызывают сокращение гладких мышц.

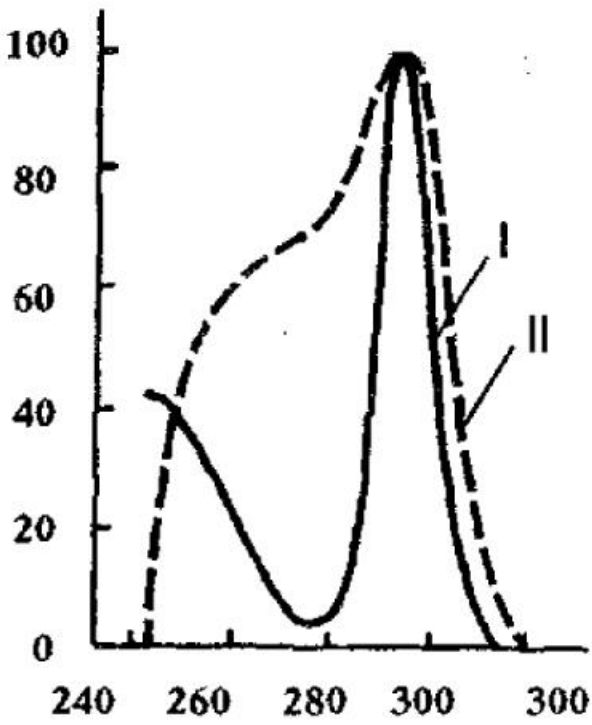


Рис. 68. Зависимость интенсивности образования эритемы (I) и витамина D_3 (II) от длины волны ультрафиолетового излучения.
По оси абсцисс: длина волны оптического излучения λ, мкм; по оси ординат интенсивности образования эритемы (I) и витамина D_3 (II) I, %.

Вследствие возникающих продолжительных гуморальных реакций увеличивается количество функционирующих артериол и капилляров кожи, нарастает скорость локального кровотока. Это приводит к формированию ограниченной гиперемии кожи - *эритемы* (erythema - краснота, лат.). Она *возникает через 3-12 часов от момента облучения, сохраняется до 3-х суток, имеет четкие границы и ровный красно-фиолетовый цвет.* Нейрогуморальный характер генеза эритемы подтверждает рефлекторный спазм сосудов необлученных участков кожи на границе с облученной зоной, что проявляется белой каймой вокруг эритемы. Максимальным эритемообразующим действием обладает средневолновое ультрафиолетовое излучение с длиной волны 297 нм (рис. 68). Еще один максимум образования эритемы находится в коротковолновой части спектра ультрафиолетовых лучей (λ=254 нм), однако его величина в два раза меньше. Повторные ультрафиолетовые облучения активируют барьерную функцию кожи, понижают ее холодовую чувствительность и повышают резистентность к действию токсических веществ.

После неоднократных средневолновых ультрафиолетовых облучений у больного может появиться слабовыраженная нестойкая пигментация, которая впоследствии быстро исчезает. Часто ошибочно полагают, что пигментация является следстви-

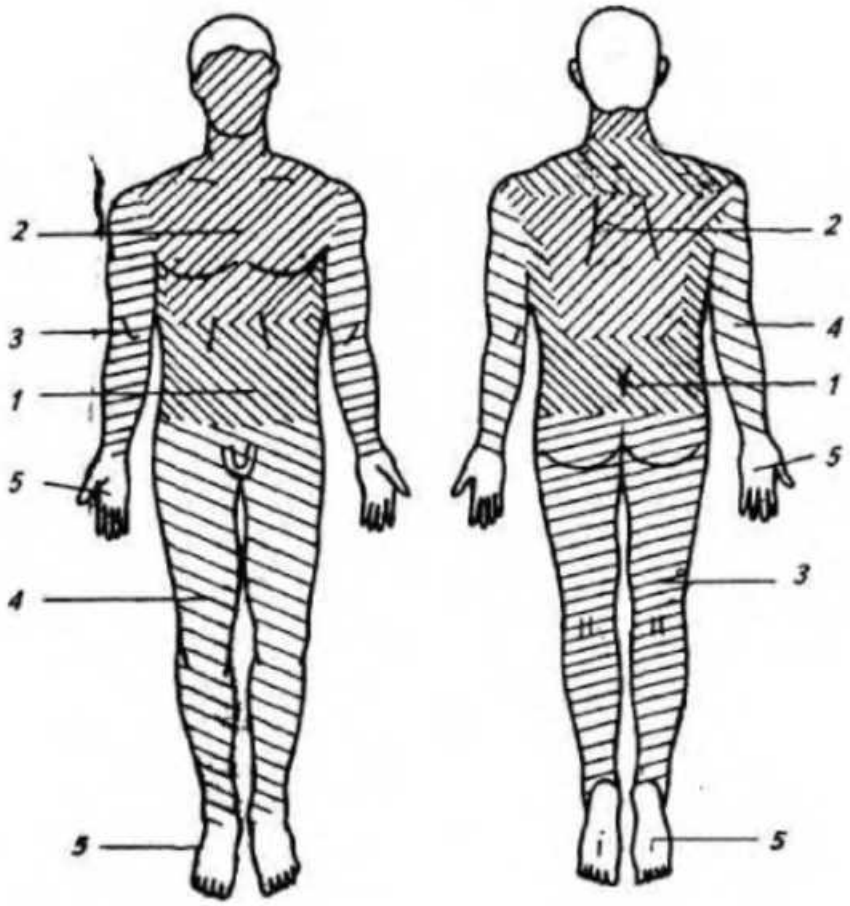


Рис. 69. Региональная чувствительность тела человека к средневолновому ультрафиолетовому излучению (1-5 - степень понижения чувствительности).

ем эритемы. Однако она проявляется вследствие нейрогуморальной активации продуктами фотодеструкции белков дифференцировки клеток дермы и базального слоя эпидермиса. В результате отторжения наружных клеток рогового слоя эпидермиса после эритемы меланобласты оказываются ближе к наружным слоям эпидермиса и наблюдается изменение цвета кожи без усиления процессов образования меланина. Таким образом, пигментация не является специфической ответной реакцией на средневолновое ультрафиолетовое излучение, хотя и проявляется после эритемы. Это положение подтверждают факты стимуляции пигментообразования при отсутствии реакции поверхностных сосудов кожи, а также различная спектральная зависимость пигментообразующего и эритемообразующего эффектов (см. рис. 64 и 68). Следовательно, загар и эритема являются самостоятельными специфическими реакциями на ультрафиолетовое излучение длинно- и средневолнового диапазонов.

Чувствительность кожи здорового человека к средневолно-

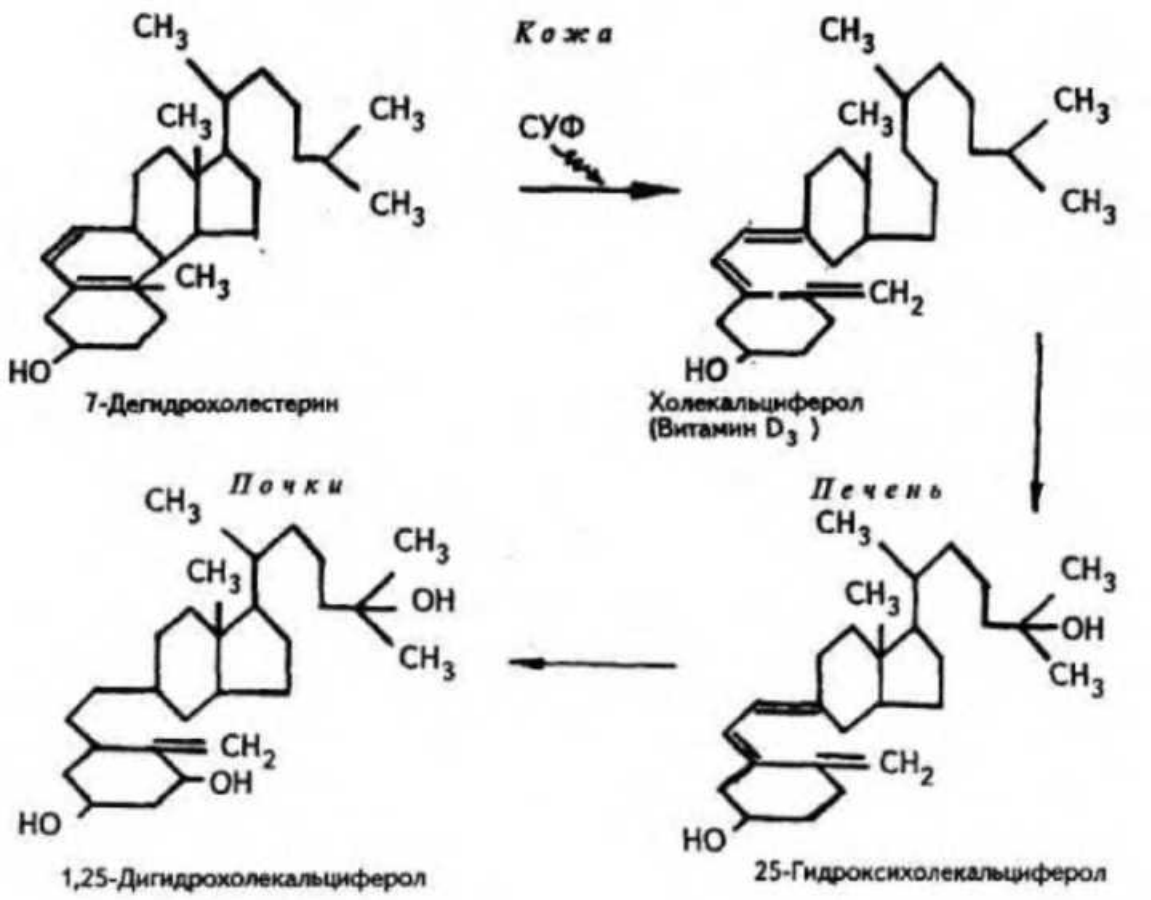


Рис. 70. Метаболизм витамина D_3 в организме.

вому ультрафиолетовому излучению более существенно зависит от времени предшествующего облучения, чем от степени наследственной пигментации. Поэтому весной она повышается, а осенью снижается. Кроме того, степень проявления эритемы увеличивается после приема антибиотиков, сульфаниламидных препаратов, психотропных средств и диуретиков, но снижается при комбинированном действии некоторых лечебных факторов (ультразвук, СВЧ-колебания и др.). Необходимо также учитывать, что кожа различных областей тела человека обладает неодинаковой чувствительностью к ультрафиолетовым лучам. Максимальная чувствительность зафиксирована в верхних отделах спины и нижней поверхности живота, а минимальная - на коже кистей и стоп (рис. 69).

Различные дозы ультрафиолетового облучения определяют неодинаковую вероятность формирования эритемы и проявления лечебных эффектов. Исходя из этого в физиотерапии рассматривают действие средневолнового ультрафиолетового излучения в субэритемных и эритемных дозах раздельно.

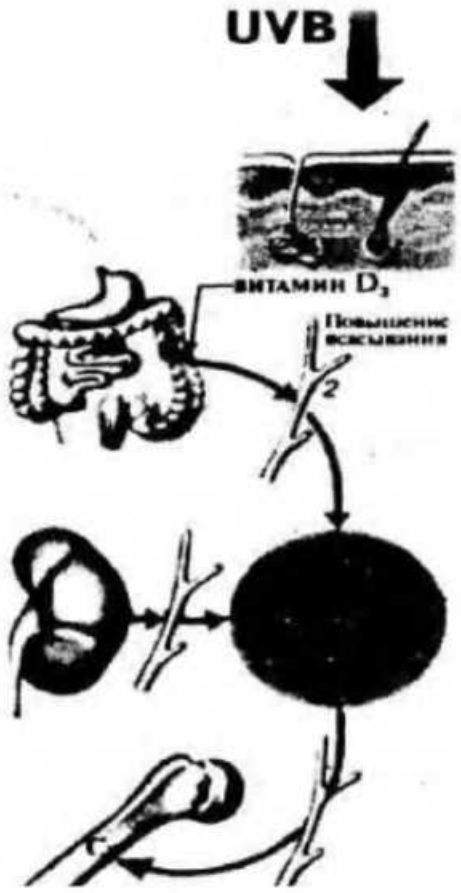


Рис. 71. Роль витамина D_3 в обмене Ca^{2+} в организме.

В первом случае, при облучении средневолновыми ультрафиолетовыми лучами (280-310 нм) липидов поверхностных слоев кожи содержащийся в их составе 7-дегидрохолестерин превращается в холекальциферол - витамин D_3 (рис. 70). С током крови он переносится в печень, где после гидроксилирования превращается в 25-гидроксихолекальциферол. После образования комплекса с Ca^{2+}-связывающим белком он регулирует всасывание ионов кальция и фосфатов в кишечнике и образование некоторых органических соединений, т.е. является необходимым компонентом кальций-фосфорного обмена в организме (рис. 71). При его недостаточном содержании концентрация Ca^{2+} в крови уменьшается с 2,24-2,74 **ммоль·л$^{-1}$** до 1,8 **ммоль·л$^{-1}$**. Наряду с мобилизацией неорганического фосфора в метаболические процессы, он активирует щелочную фосфатазу крови, инициирует гликолиз в эритроцитах. Его продукт - 2,3-дифосфоглицерат - повышает насыщение кислородом гемоглобина и облегчает его освобождение в тканях.

В почках 25-гидроксихолекальциферол подвергается повторному гидроксилированию и превращается в 1,25-дигидроксихолекальциферол, который регулирует экскрецию ионов каль-

ция и фосфатов с мочой и накопление кальция в остеокластах. При его недостаточном содержании в организме экскреция с мочой и калом ионов кальция увеличивается с 20-40% до 90-100%, а фосфатов - с 15 до 70%. Это приводит к угнетению общей резистентности организма, снижению умственной работоспособности и повышению возбудимости нервных центров, вымыванию ионизированного кальция из костей и зубов, кровоточивости и тетаническим. сокращениям мышц, замедлению умственного созревания детей и формированию рахита.

В 1885 году академик В.В.Пашутин, по аналогии с кислородным голоданием, назвал явления, наблюдаемые при недостатке солнечного облучения, *световым голоданием,* или ультрафиолетовой недостаточностью. Она выражается в преобладании тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, снижении общей реактивности организма и его иммунитета Наличие в организме витамина D_3 в необходимом количестве нормализует эти процессы, исходя из чего средневолновые ультрафиолетовые облучения можно использовать как с лечебной, так и профилактической целями. Кроме витамина D_3, средневолновое ультрафиолетовое облучение эргостерина дрожжей приводит к образованию его изомера - эргокальциферола (витамина D_2). Последний при пероральном приеме оказывает выраженное антирахитическое действие и стимулирует аэробный и анаэробный пути клеточного дыхания. Помимо витамина D_3, данный фактор модулирует кинетику витамина С, нормализует синтез витамина А в организме и вызывает активацию метаболических процессов в облученных тканях.

Необходимо учитывать, что для образования витамина D_3 необходим сбалансированный белковый и жировой обмены в организме, продукты которых являются исходными субстанциями для образования холестерина. При выраженной дистрофии организма витамин D_3 под действием средневолнового ультрафиолетового излучения не образуется. Следует помнить также, что ультрафиолетовые лучи с длиной волны 265 нм вызывают переход витамина D_3 в его токсический дериват - *токсистерин.* Такой процесс происходит при длительном облучении кожи коротковолновым ультрафиолетовым излучением которого следует избегать.

Ультрафиолетовое излучение средневолнового диапазона в первые 30-60 мин после облучения изменяет функциональные свойства механорецепторов кожи с последующим развитием кожно-висцеральных рефлексов, реализуемых на сегментарном

и корково-подкорковом уровнях. Возникающие при общем облучении рефлекторные реакции стимулируют деятельность практически всех систем организма. Происходит активация адаптационно-трофической функции симпатической нервной системы и восстановление нарушенных процессов белкового, углеводного и липидного обмена в организме. При локальном облучении происходит улучшение сократимости миокарда, что существенно уменьшает давление в малом круге кровообращения. Средневолновое ультрафиолетовое излучение восстанавливает мукоцилиарный транспорт в слизистых оболочках трахеи и бронхов, стимулирует гемопоэз, кислотообразующую функцию желудка и выделительную способность почек.

Под действием ультрафиолетового излучения в *эритемных* дозах продукты фотодеструкции биомолекул инициируют Т-лимфоциты-хелперы (см. рис. 65) и активируют микроциркуляторное русло, что приводит к увеличению гемолимфоперфузии облученных участков тела. Происходящие при этом дегидратация гидрокси-керамидов и снижение отека поверхностных тканей приводят к уменьшению инфильтрации и подавлению воспалительного процесса на экссудативной стадии. Кроме того, за счет кожно-висцеральных рефлексов, данный фактор тормозит начальную фазу воспаления внутренних органов.

Происходящая в начальный период общего средневолнового облучения организма активация огромного механосенсорного поля кожи вызывает интенсивный поток афферентной импульсации в центральную нервную систему, который вызывает растормаживание дифференцировок корковых процессов, ослабляет центральное внутреннее торможение и делокализует болевую доминанту. Центральный механизм анальгетического действия средневолновых ультрафиолетовых лучей дополняется периферическими процессами локального облучения. В период формирования эритемы локальное повышение проницаемости сосудов микроциркуляторного русла и выделение биологически активных веществ в интерстиций приводят к нарастанию периневрального отека, компрессии нервных проводников соматосенсорной системы и уменьшению чувствительности механорецепторов. Возникающий в области облучения претерминальных участков кожных афферентов парабиоз распространяется по всему волокну и может блокировать импульсацию из местного болевого очага. Исходя из этого, ультрафиолетовое облучение зон сегментарно-метамерной иннервации и зон Захарьина-Геда приводит к выраженному уменьшению болевых ощущений в

соответствующих внутренних органах. В годы Великой Отечественной войны в блокадном Ленинграде профессор Г.М.Франк использовал средневолновое ультрафиолетовое излучение для купирования болевого синдрома у раненых и пораженных в условиях отсутствия анальгетиков. За научную разработку данного метода облучения он был удостоен Государственной премии.

Нарастание содержания биологически активных веществ и ряда медиаторов в первые 3-е суток после облучения сменяется компенсаторным увеличением активности эозинофилов и эндотелиоцитов. В результате в крови и тканях нарастает содержание гистаминазы, простогландиндегидрогеназы и кининазы. Усиливается также активность ацетилхолинзстеразы и ферментов гидролиза тироксина. Указанные процессы приводят к десенсибилизации организма к продуктам фотодеструкции белков и усиливают его защитные иммунобиологические реакции.

Лечебные эффекты: *витаминообразующий, трофостимулирующий, иммуномодулирующий (субэритемные дозы), противовоспалительный, анальгетический, десенсибилизирующий (эритемные дозы).*

Показания. Острый и подрстрые воспалительные заболевания внутренних органов (особенно дыхательной системы), последствия ранений и травм опорно-двигательного аппарата, заболевания периферической нервной системы вертеброгенной этиологии с выраженным болевым синдромом (радикулиты, плекситы, невралгии, миозиты), заболевания суставов и костей, недостаточность солнечного облучения, вторичная анемия, нарушения обмена веществ, рожа.

Противопоказания. Гипертиреоз, повышенная чувствительность к ультрафиолетовым лучам, хроническая почечная недостаточность, системная красная волчанка, малярия.

Параметры. Для лечебного воздействия используют средневолновое ультрафиолетовое излучение (λ=280-320 нм) с интенсивностью до 20 $Вт \cdot м^{-2}$. Эритемные лампы излучают ультрафиолетовые лучи в диапазоне 285-380 нм с максимумом 310-320 нм.

Искусственные *источники* средневолновых ультрафиолетовых лучей являются интегральными (излучают все области УФ-излучения) и селективными (излучают только длинно- и средневолновые УФ-лучи).

К интегральным источникам относятся лампы высокого давления типа ДРТ (дуговые ртутные трубчатые) различной мощности - 100-125 Вт (ДРТ-100, ДРТ-2-100, ДРТ-125), 230-250 (ДРТ-230, ДРТ-250-1, ДРТ-250П), 400 Вт (ДРТ-400), 1000 Вт (ДРТ-1000). Лампу ДРТ 230 (250-1) устанавливают в облучателе кварцевом настольном ОКН-11М, ртутно-кварцевых облучателях на штативе ОРК-21М и облучателе для групповых локализованных облучений носоглотки (4-х тубусном) УГН-1 (ОН-7). Лампу ДРТ-400 используют в облучателях ультрафиолетовых настольных (ОУН 250 и ОУН 500) и облучателе ультрафиолетовом для носоглотки (ОН 7) со сменными тубусами. Применяют также газоразрядные лампы ДРК-120 в облучателях ультрафиолетовых внутриполостных ОУП 1 (гинекологических) и ОУП 2 (используемых в отоларингологии, офтальмологии и стоматологии). Плотность потока энергии в пределах светового пятна в этих источниках составляет 5 Вт'м .

К селективным источникам относится также люминесцентная лампа ЛЗ 153, которую применяют в облучателе ультрафиолетовом на штативе (ОУШ 1), а третью - в большом маячном ультрафиолетовом облучателе (ОМУ). Люминесцентные лампы применяют в облучателе ультрафиолетовом настольном (ОУН 2). Кроме них в облучателях применяют люминесцентные эритемные лампы ЛЭ-15 (мощностью 15 Вт) и ЛЭ-30 (мощностью 30 Вт). Они изготовлены из увиолевого стекла и покрыты изнутри люминофором. Такие лампы в различном количестве используют в облучателях: настенных (типа ОЭ), подвесных с отраженным распределением (ОЭП) и передвижных (ОЭП). Кроме эритемных люминесцентных ламп применяют и дуговые ксеноновые ДКсТБ-2000, которые входят в состав облучателя маячного типа ЭОКс-2000. За рубежом выпускают интегральные лампы SH-30 лампы сочетанного ультрафиолетового и инфракрасного излучения SH-40.

Дозирование лечебных процедур осуществляют *фотометрическим, фотохимическим и биологическим* методами. Первые два из них основаны на определении основных характеристик потока излучения, а третий - на биологической реакции больного. В практике физиотерапии обычно используют биологический метод И.Ф.Горбачева-Р. Данфельда, основанный на свойстве, ультрафиолетовых лучей вызывать при облучении кожи *эритему.* Единицей дозы в этом методе является 1 биологическая доза (1 биодоза). Одна биодоза (минимальная эритемная доза) - это наименьшее время облучения (в с) ультрафиолетовыми лучами кожи данного

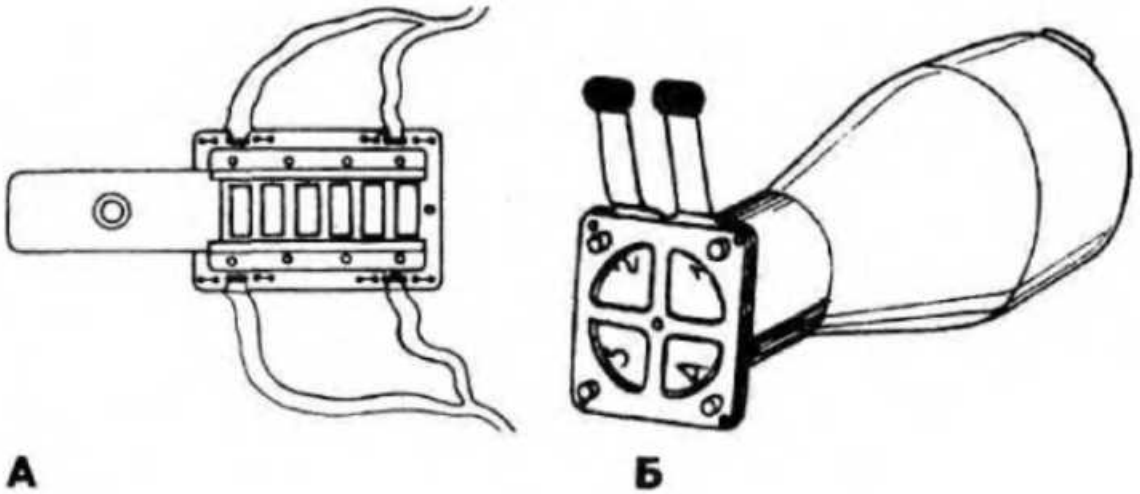


Рис. 72. Биодозиметры ультрафиолетовых облучений. А - БД-2; Б - БУФ-1.

больного на определенном участке его тела (обычно внизу живота) и фиксированном расстоянии от облучателя (обычно 50 см), которое обусловливает развитие эритемы минимальной интенсивности через 12-24 часа.

Определение биодозы для кожных покровов производят специальным прибором - *биодозиметром* БД-2, представляющим собой металлическую пластинку с 6 прямоугольными отверстиями, закрывающимися заслонкой (рис. 72А). Биодозиметр фиксируют на коже нижней части живота и направляют на него ультрафиолетовое излучение от источника, расположенного на расстоянии 50 см от облучаемого участка. Последовательно, с интервалом в 10 с, открывают по одному отверстию пластины. В результате кожа в первом отверстии облучается 60 с, в последнем - 10 с. Через 12-24 часа по пороговой эритеме *(розовая полоска с четырьмя четкими углами)* устанавливают биодозу, которая равна времени облучения кожи в секундах над этим отверстием.

По данным обследования 10-15 здоровых человек устанавливают среднюю биодозу для данного излучателя. Существует квадратическая зависимость биодозы с расстоянием от облучателя до облучаемого участка. Расчет производится по формуле:

$$D_r = D_o (r_x / r_o)^2 \qquad [6.1]$$

где D_r - биодоза на искомом расстоянии r_x; D_o - биодоза, определенная на фиксированном расстоянии (r_o) 50 см от поверхности тела больного.

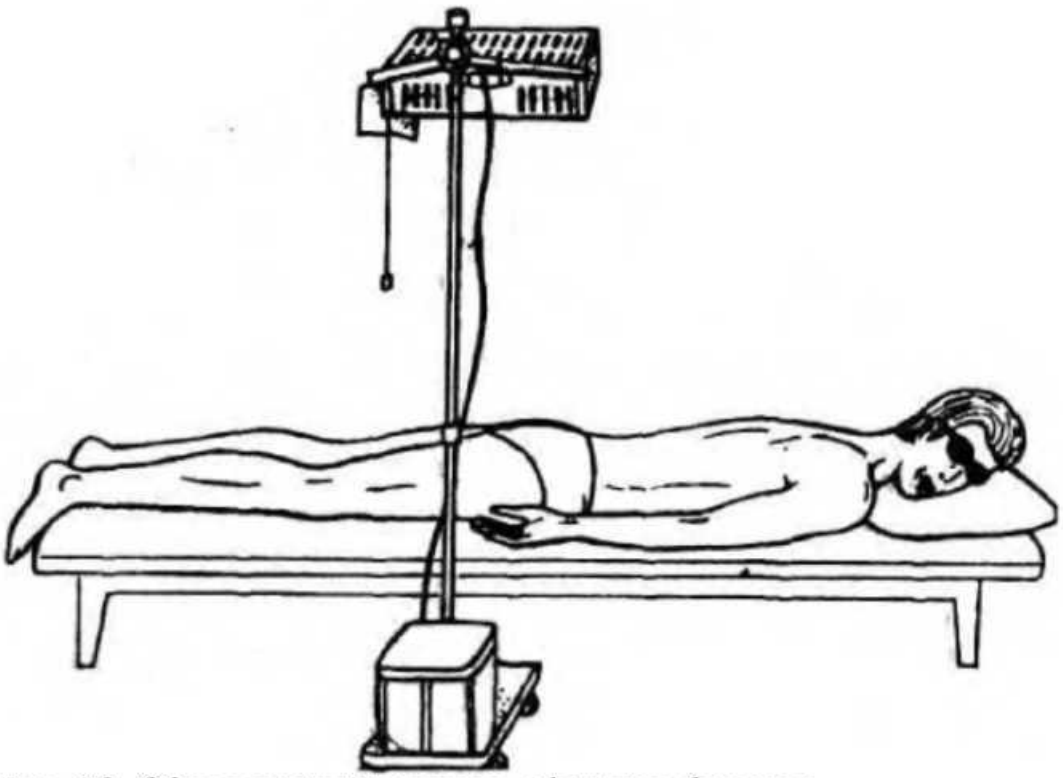


Рис. 73. Общее ультрафиолетовое облучение больного.

Чувствительность слизистых обсмючек к ультрафиолетовому излучению определяют по методу В.Н.Ткаченко при помощи *биодозиметра* БУФ-1 (рис. 72Б). Он представляет собой пластину с 4-мя отверстиями, которую надевают на тубус излучателя, расположенного контактно над соском, где чувствительность пигментированной кожи приближается к чувствительности слизистых оболочек. Отверстия пластины открывают по одному с интервалом 30 с, а биодозу определяют через 12 часов по минимальной эритеме.

В зависимости от интенсивности облучения различают *малые* эритемные дозы (1-2 биодозы), *средние* (3-4 биодозы), *большие* (5-8 биодоз) и гиперэритемные (свыше 8 биодоз).

Методика. Используют две основные методики ультрафиолетового облучения: *общую и местную.*

При общем воздействии облучают поочередно переднюю, заднюю и боковые поверхности тела больного, находящегося в положении лежа (рис. 73). Приняты три схемы общего средневолнового ультрафиолетового облучения в субэритемных постепенно нарастающих дозах: *основная, ускоренная и замедленная* (табл. 10). При этом облучение начинают соответственно с $^1/_4$, $^1/_2$ или $^1/_8$ биодозы и постепенно доводят до 3-4 биодоз. Продолжительность курса облучения составляет 15-25 дней.

При *местном* воздействии применяют средневолновое ультрафиолетовое облучение в эритемных дозах на участке площадью не более 600 $см^2$.

Таблица 10

Схемы общих ультрафиолетовых облучений

Номер процедуры	Основная		Ускоренная		Замедленная	
	Кол-во биодоз	Расстояние от лампы, см	Кол-во биодоз	Расстояние от лампы, см	Кол-во биодоз	Расстояние от лампы, см
1	1/4	100	1/2	100	1/8	100
2	1/4	100	1/2	100	1/4	100
3	1/2	100	1	100	3/8	100
4	1/2	100	1	100	1/2	100
5	3/4	100	1,1/2	100	5/8	100
6	3/4	100	2	100	3/4	100
7	1,1/4	100	2,1/2	100	7/8	100
8	1,1/2	100	3	70	1	100
9	1,3/4	100	3,1/2	70	1,1/8	100
10	2	100	4	70	1,1/4	100
11	2,1/4	100	4	70	1,3/8	100
12	2,1/2	100	4	70	1,1/2	100
13	2,3/4	100	4	70	1,5/8	100
14	3	70	4	70	1,3/4	100
15	3	70	4	70	1,7/8	100
16	3	70			2	100
17	3	70			2,1/8	100
18	3	70			2,1/4	100
19					2,3/8	100
20					2,1/2	100
21					2,5/8	100
22					2,3/4	100
23					2,7/8	100
24					3	70
25					3	70

Повторные облучения проводят через 2-3 дня, с повышением дозы облучения на 25-50%. Один и тот же участок облучают 3-4 раза. При необходимости многократного облучения в эритемных дозах на большой поверхности тела его проводят через перфорированный локапизатор из медицинской клеенки, предложенный И.И.Шиманко.

Плотность потока энергии в пределах светового пятна составляет не менее 20 $Вт \cdot м^{-2}$. Продолжительность курсового воздействия определяется используемой методикой облучения и индивидуальной дозой средневолнового ультрафиолетового облучения. Повторные средневолновые ультрафиолетовые облучения назначают через 1 мес (местное) и через 2-3 мес (общее).

Коротковолновое облучение

Коротковолновое облучение - лечебное применение коротковолнового ультрафиолетового излучения.

Ультрафиолетовое излучение коротковолнового диапазона вызывает денатурацию и фотолиз нуклеиновых кислот и белков за счет избыточного поглощения энергии его квантов молекулами ДНК и РНК. Это приводит к инактивации генома и белоксинтетического аппарата клеток. Происходящие при этом летальные мутации с ионизацией атомов и молекул приводят к инактивации и разрушению структуры микроорганизмов и грибов.

Коротковолновые ультрафиолетовые лучи вызывают в начальный период облучения кратковременный спазм капилляров с последующим более продолжительным расширением субкапиллярных вен. В результате на облученном участке формируется коротковолновая *эритема* красноватого цвета с синюшным оттенком. Она развивается через несколько часов и исчезает в течение 1-2 суток.

Коротковолновое ультрафиолетовое облучение крови стимулирует клеточное дыхание ее форменных элементов, увеличивается ионная проницаемость мембран. При *аутотрансфузии ультрафиолетом облученной крови* (АУФОК) нарастает количество оксигемоглобина и повышение кислородной емкости крови. В результате активации процессов перекисного окисления липидов в мембранах эритроцитов и лейкоцитов, а также разрушения тиоловых соединений и а-токоферола в крови появляются реакционно-активные радикалы и гидроперекиси, которые способны нейтрализовать токсические продукты.

В результате вызванной коротковолновым ультрафиолетовым излучением десорбции белков и углеводов с внешнего примембранного слоя клеток крови увеличивается вероятность межклеточных дистанционных взаимодействий с рецепторно-сигнальными белками различных элементов крови. Эти процессы лежат в основе выраженных неспецифических реакций системы крови при ее коротковолновом облучении. К числу таких реакций относятся изменения агрегационных свойств эритроцитов и тромбоцитов, фазовые изменения содержания лимфоцитов и иммуноглобулинов А, G и М, повышение бактерицидной активности крови. Наряду с реакциями системы крови, коротковолновое ультрафиолетовое излучение вызывает расширение сосудов

микроциркуляторного русла, нормализует свертывающую систему крови и активирует трофометаболические процессы в тканях.

Лечебные эффекты: *бактерицидный и микоцидный (для поверхностного облучения); иммуностимулирующий, метаболический, коагулокоррегирующий (для ультрафиолетового облучения крови).*

Показания. Острые и подострые воспалительные заболевания кожи, носоглотки (слизистых носа, миндалин), внутреннего уха, раны с опасностью присоединения анаэробной инфекции, туберкулез кожи. Кроме них для АУФОК показаны гнойные воспалительные заболевания (абсцесс, карбункул, остеомиелит, трофические язвы), ишемическая болезнь сердца, бактериальный эндокардит, гипертоническая болезнь I-II стадии, пневмония, хронический бронхит, хронический гиперацидный гастрит, язвенная болезнь, острый сальпингоофорит, хронический пиелонефрит, нейродермит, псориаз, рожа, сахарный диабет.

Противопоказания. Повышенная чувствительность кожи и слизистых к ультрафиолетовому излучению. Для АУФОК противопоказаны порфирии, тромбоцитопении, психические заболевания, гепато- и нефропатии, каллезные язвы желудка и двенадцатиперстной кишки, гипокоагулирующий синдром различной этиологии, острое нарушение мозгового кровообращения, острый период инфаркта миокарда

Параметры. Для проведения процедур используют коротковолновое ультрафиолетовое излучение (λ=180-280 нм). В клинической практике применяют только искусственные источники коротковолновых ультрафиолетовых лучей. В *интегральных* источниках используют газоразрядные лампы ДРК-120, применяемые во внутриполостных облучателях ОУП 1 и ОУП 2, а также лампу ДРТ-250 в облучателе для носоглотки. В *селективных* источниках (λ=254-264 нм). применяют дуговые бактерицидные лампы (ДБ), изготовленные из увиолевого стекла и имеющие вольфрамовые электроды. Источником ультрафиолетового излучения в них является электрический разряд в смеси паров ртути с аргоном. Выпускаются лампы трех типов - ДБ-15, ДБ-30-1 и ДБ-60, мощность которых составляет соответственно 15, 30 и 60 Вт. Их устанавливают в следующих облучателях: настенных (ОБН), потолочных (ОБП), на штативе (ОБШ) и передвижных (ОБП). Кроме них бактерицидные лампы ДРБ-8 используют в облучателе коротковолновом ультрафиолетовом БОД-9. В облучателе коротковолновом для слизистых оболочек БОП-4 излучателем является запаянная кварцевая пробирка с капелькой ртути.

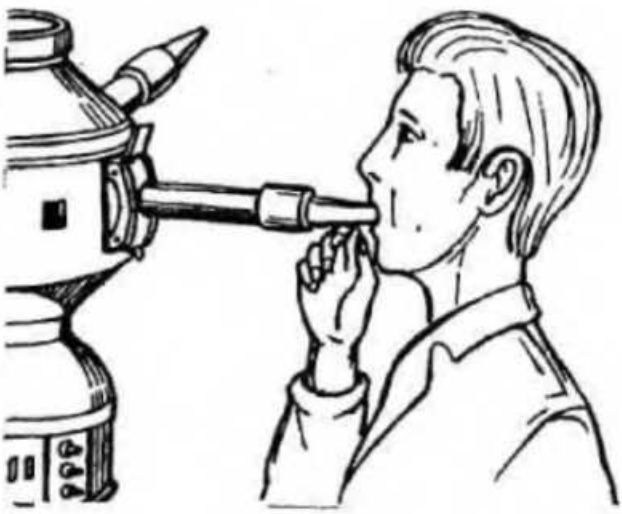


Рис. 74. Ультрафиолетовое облучение миндалин интегральным источником.

Для процедур АУФОК используют аппарат МД-73М "Изольда" с источником ультрафиолетового излучения - лампой низкого давления ЛБ-8. В аппарате предусмотрена регулировка площади облучения поверхности и дозы облучения. Энергия излучения ламп, применяемых для АУФОК, сосредоточена преимущественно (84%) в диапазоне длин волн 200-280 нм.

Методика. Используют местное облучение пораженных участков кожи или слизистых пораженных органов по схемам для общего ультрафиолетового излучения, (см. *Средневолновое облучение).* Облучение слизистой оболочки носа проводят в положении больного на стуле со слегка отклоненной назад головой. Тубус излучателя вводят поочередно на небольшую глубину в правую и левую половину носа. При облучении миндалин излучение при помощи зеркала на аппарате УГН-1 направляют сначала на одну, а затем на другую миндалины (рис. 74). Во время процедуры больной удерживает высунутый язык с помощью марлевой салфетки и добивается того, чтобы корень языка не мешал облучению миндалин.

В первых процедурах АУФОК кровь облучают из расчета 0,5-0,8 мл на 1 кг массы больного в течение 10-15 мин, а затем количество крови увеличивают до 1-2 **мл·кг$^{-1}$.**

Дозирование лечебных процедур осуществляют путем определения биодозы также как и для средневолнового ультрафиолетового облучения слизистых оболочек (см. *Средневолновое облучение).* При остром воспалении облучение начинают с 1-1,5 биодоз, увеличивают на 1 биодозу и доводят до 3 биодоз. Продолжительность облучения крови не превышает 10-15 мин,

курс 7-9 процедур. Повторные коротковолновые облучения назначают через 1 мес, АУФОК - через 3-6 мес.

ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Лазеротерапия

Лазеротерапия - лечебное применение оптического излучения, источником которого является лазер. Это класс приборов, в конструкции которых использованы принципы усиления оптического излучения при помощи индуцированного испускания квантов (LASER — Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation — усиление света с помощью вынужденного излучения). Использование этих принципов позволило получить *лазерное излучение,* которое имеет фиксированную длину волны *(монохроматичность),* одинаковую фазу излучения фотонов *(когерентность),* малую расходимость пучка *(высокую направленность)* и фиксированную ориентацию векторов электромагнитного поля в пространстве *(поляризацию).*

При поглощении тканями организма лазерного излучения уже на расстоянии 250-300 мкм его когерентность и поляризация исчезают. В этой области (specie- структура) имеются резкие максимумы интенсивности, особенно при непрерыывном режиме излучения. Далее в глубь тканей распространяется поток монохроматического излучения. Он вызывает избирательную активацию молекулярных комплексов биологических тканей *(фотобиоактивация).* Поглощая энергию кванта лазерного излучения, электроны нижних орбиталей могут переходить на более высокие энергетические уровни, в результате чего наступает электронное возбуждение биомолекул. В таком состоянии биомолекулярные комплексы приобретают высокую реакционную способность, что позволяет им активно участвовать в разнообразных процессах клеточного метаболизма.

Возвращение электронов на исходные орбитали сопровождается испусканием в части случаев квантов, возбуждающих соседние биомолекулы (феномен *переизлучения).* За счет этого в красном и ближнем инфракрасном диапазоне проникающая способность лазерного излучения увеличивается до 40 и 70 мм соответственно. Миграция энергии лазерного возбуждения биомолекул может осуществляться и путем безизлучательного обмена между электронно-возбужденными молекулами (фотодонорами) и молекулами, находящимися в

основном состоянии (фотоакцепторами). Перенос энергии в биомолекулярных комплексах осуществляется *индуктивно-резонансным* и *обменно-резонансным* путями. Одновременный перенос энергии фотонов и заряда возможен при помощи зонного и экситонного механизмов.

Поглощение энергии фотонов вызывает ослабление или разрыв слабых меж- и внутримолекулярных связей (ион-дипольных, водородных и ван-дер-ваальсовых). Увеличение энергии квантов может приводить к селективному фотолитическому расщеплению биомолекул и нарастанию содержания их свободных форм, обладающих высокой биологической активностью. Такие процессы проявляются преимущественно в диапазоне красного излучения, энергия квантов которого достаточна и для разрыва сильных ионных и ковалентных связей. Избирательное поглощение лазерного излучения биомолекулами обусловлено совпадением длины волны лазерного излучения (λ) и максимумов спектра поглощения (λ_{max}) биомолекул. В связи с этим максимальное поглощение красного лазерного излучения (λ_{max}=0,632 мкм) осуществляется преимущественно молекулами *ДНК* (λ_{max}=0,620 мкм), *цитохромоксидазы* (λ_{max}=0,6 мкм), *цитохрома* с (λ_{max}=0,632 мкм), *супероксиддисмутазы* (λ_{max}=0,630 мкм) и *каталазы* (λ_{max}=0,628 мкм). Лазерное излучение ближнего инфракрасного диапазона (λ_{max}=0,8-1,2 мкм) поглощается преимущественно молекулами *нуклеиновых кислот* (λ_{max}=0,820 мкм) и кислорода.

Взаимодействие лазерного излучения с биологическими молекулами реализуется чаще всего на клеточных мембранах, что приводит к изменению их физико-химических свойств *(поверхностного заряда, диэлектрической проницаемости, вязкости, подвижности макромолекилярных комплексов),* а также их основных функций (механической, барьерной и матричной). В результате избирательного поглощения энергии активируются системы мембранной организации биомолекул. К их числу относятся прежде всего белоксинтетический аппарат клеточного ядра, дыхательная цепь, внутренние мембраны митохондрий, антиоксидантная система, комплекс микросомальных гидроксилаз гепатоцитов, а также система вторичных мессенжеров (циклических нуклеотидов, фосфотидилинозитидов и ионов Ca^{2+}). Активация этих комплексов стимулирует синтез белков и нуклеиновых кислот, гликолиз, липолиз и окислительное фосфорилирование клеток. Сочетанная активация пластических процессов и накопление макроэргов приводит к усилению потребления кислорода и увеличению внутриклеточного окисления органических веществ, т.е. усиливает трофику облучаемых тканей.

Происходящая при избирательном поглощении лазерного излучения активация фотобиологических процессов вызывает расширение сосудов микроциркуляторного русла, нормализует локальный кровоток и приводит к дегидратации воспалительного очага. Активированные гуморальные факторы регуляции ло-

кального кровотока индуцируют репаративные и регенеративные процессы в тканях и повышают фагоцитарную активность нейтрофилов. В облученных тканях происходят фазовые изменения локального кровотока и увеличение транскапиллярной проницаемости эндотелия сосудов микроциркуляторного русла. Активация гемолимфоперфузии облучаемых тканей, наряду с торможением перекисного окисления липидов, способствует разрешению инфильтративно-экссудативных процессов и может быть эффективно использована при купировании асептического воспаления. Возникающее, наряду с активацией катаболических процессов, восстановление угнетенной патологическим процессом активности симпато-адреналовой системы и глюкокортикоидной функции надпочечников способно существенно ослабить интенсивность бактериального воспаления путем ускорения его пролиферативной стадии.

При лазерном облучении пограничных с очагом воспаления тканей или краев раны происходит стимуляция фибробластов и формирование грануляционной ткани. Образующиеся при поглощении энергии лазерного излучения продукты денатурации белков, аминокислот, пигментов и соединительной ткани действуют как эндогенные индукторы репаративных и трофических процессов в тканях, активируют их метаболизм. Этому же способствует и увеличение протеолитической активности щелочной фосфатазы в ране. Кроме того, лазерное излучение вызывает деструкцию и разрыв оболочек микроорганизмов на облучаемой поверхности.

Вследствие конформационных изменений белков потенциалзависимых натриевых ионных каналов нейролеммы кожных афферентов (фотоинактивации) лазерное излучение угнетает тактильную чувствительность в облучаемой зоне. Уменьшение импульсной активности нервных окончаний С-афферентов приводит к снижению болевой чувствительности (за счет периферического афферентного блока), а также возбудимости проводящих нервных волокон кожи. При продолжительном воздействии лазерного излучения активируется нейроплазматический ток, что приводит к восстановлению возбудимости нервных проводников.

Наряду с местными реакциями облученных поверхностных тканей, модулированная лазерным излучением афферентная импульсация от кожных и мышечных афферентов (по механизму аксон-рефлекса и путем сегментарно-метамерных связей) формирует *рефлекторные* реакции внутренних органов и окру-

жающих зону воздействия тканей, а также вызывает другие *генерализованные* реакции целостного организма (активацию желез внутренней секреции, гемопоэза, репаративных процессов в нервной, мышечной и костной тканях). Помимо них, лазерное излучение усиливает деятельность иммунокомпетентных органов и систем и приводит к активации клеточного и гуморального иммунитета.

Особо следует отметить, что такие реакции организма проявляются при плотности потока энергии лазерного излучения, не превышающей интенсивности некогерентного излучения оптического диапазона (10-100 $мВт \cdot см^{-2}$). Запуск ансамбля многочисленных физико-химических и биохимических реакций организма происходит за счет высокой направленности излучения, обусловливающей его *локальное* воздействие, а также низкочастотной импульсной модуляции лазерного излучения. Указанные особенности определяют значимое увеличение степени сопряжения процессов поглощения энергии фотонов и активации свободной энергии биологических систем. Таким образом, лазеротерапия базируется в большей степени на *триггерный* каскад неспецифических регуляторных реакций организма, за счет которых формируется генерализованная реакция больного на лазерное излучение. Генерализация его локальных эффектов происходит за счет активации кооперативных процессов трансформации и передачи свободной энергии. Они запускают нейрогуморальные и межклеточные механизмы регуляции физиологических функций и определяют конечный фотобиологический эффект лазерного излучения.

При *аутотрансфузии лазером облученной крови* (АЛОК) происходит активация ферментных систем эритроцитов, что приводит к увеличению кислородной емкости крови. К лазерному излучению наиболее чувствительны ядерный аппарат клеток и внутриклеточные мембранные системы, активация которых стимулирует дифференцировку и функциональную активность облученных элементов крови. Снижение скорости агрегации тромбоцитов и содержания фибриногена сочетается здесь с нарастанием уровня свободного гепарина и фибринолитической активности сыворотки крови. Указанные процессы приводят к существенному снижению скорости тромбообразования.

Повышения клинической эффективности лазерного воздействия достигают его сочетанием с постоянным магнитным полем *(магнитолазерная терапия).* При одновременном применении лазерного излучения и постоянного магнитного поля энергия

квантов нарушает слабые электролитические связи между ионами и молекулами воды, а магнитное поле способствует этой диссоциации и.одновременно препятствует рекомбинации ионов *(фотомагнитоэлектрический эффект Кикоина-Носкова).* Кроме того, в постоянном магнитном поле молекулярные диполи ориентированы вдоль его силовых линий. А поскольку вектор магнитной индукции направлен перпендикулярно световому потоку (магнит расположен по периметру облучаемого участка), то основная масса диполей располагается вдоль его. Это существенно увеличивает проникающую способность лазерного излучения (до 70 мм), уменьшает коэффициент отражения на границе раздела тканей и обеспечивает максимальное поглощение лазерного излучения. Указанные особенности существенно повышают терапевтическую эффективность магнитолазерного воздействия.

Лечебные эффекты: *метаболический, противовоспалительный, анальгетический, иммуномодулируюиций, десенсибилизирующий и бактерицидный.*

Показания. Заболевания и повреждения опорно-двигательного аппарата (консолидированные переломы костей, деформирующий остеоартроз, обменные, ревматические и неспецифически-инфекционные артриты, плече-лопаточный периартрит) и периферической нервной системы (травмы периферических нервных стволов, невралгии и невриты, остеохондроз позвоночнника с корешковым синдромом), заболевания сердечно-сосудистой (ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения 1-11 ФК, сосудистые заболевания нижних конечностей), дыхательной (бронхит, пневмония, бронхиальная астма), и пищеварительной (язвенная болезнь, хронический гастрит, колит) систем, заболевания мочеполовой системы (аднексит, эрозия шейки матки, эндомиометрит, простатит), повреждения и заболевания кожи (длительно незаживающие раны и трофические язвы, ожоги, пролежни, отморожения, герпес, зудящие дерматозы, фурункулез, красный плоский лишай), заболевания ЛОР-органов (тонзиллит, фарингит, отит, ларингит, синусит), тимус-зависимые иммунодефицитные состояния.

Противопоказания. Доброкачественные новообразования в зонах облучения, сахарный диабет, тиреотоксикоз, индивидуальная непереносимость фактора.

Параметры. Для лазеротерапии чаще всего используют оптическое излучение красного (λ=0,632 мкм) и инфракрасного (λ=0,8-1,2 мкм) диапазонов, генерируемое в непрерывном или

импульсном режимах. Частота следования импульсов составляет 10-5000 Гц. Выходная мощность излучения достигает 60 мВт. Для лечебного воздействия используют преимущественно низкоинтенсивное излучение с плотностью потока энергии до 0,2 Втсм , тогда как нижняя граница теплового эффекта составляет 0,5 **Вт·см$^{-2}$**. Плотность потока энергии при воздействии лазерного излучения на паравертебральные зоны, двигатльные и биологически активные точки составляет 5-10 **мВт·см$^{-2}$.**

В клинической практике в настоящее время нашли применение *лазеры* различных конструкций и модификаций. Из них наиболее часто используют твердотельные и полупроводниковые *низкоинтенсивные* лазеры. Они работают как в непрерывном, так и импульсном режимах длительности генерации лазерного излучения.

Наиболее часто применяют следующие модели гелий-неоновых лазеров, испускающих излучение красного цвета: установку физиотерапевтическую лазерную УФЛ-01 "Ягода", аппарат лазерный физиотерапевтический малый ФАЛМ-1, лазерный аппарат внутривенного облучения крови АЛОК-1. Из полупроводниковых лазеров инфракрасного диапазона используют комплект для лазерной терапии Колокольчик, работающий в непрерывном режиме, а также аппараты лазерные терапевтические Узор и Узор-2К, работающие в импульсном режиме. К последним прилагаются магнитные насадки (индукция магнитного поля 25-60 мТл) для магнитолазерной терапии. Кроме этих лазеров, к многофункциональным установкам относятся магнито-инфракрасный лазерный терапевтический аппарат МИЛТА, а также аппараты АЛТ-05, Фототрон. Для воздействия на биологически активные точки используют аппараты лазерные терапевтические Колокольчик, Vita-01, Leve-Laser и другие. В последнее время в клинике успешно применяют аппараты, сочетающие когерентное и некогерентное монохроматическое излучение, выполненные на основе лазеров и светодиодов - светооптические приборы Спектр и магнито-оптический лазерный аппарат Изель-Виктория. За рубежом используют лазеры Lem Scaner, Energy и другие.

Методика. В клинической практике используют воздействие лазерным излучением на очаг поражения и расположенные рядом ткани, рефлексогенные и сегментарно-метамерные зоны *(расфокусированным лучом),* а также на место проекции пораженного органа, задних корешков, двигательных нервов и биологически активных точек *(лазеропунктура).*

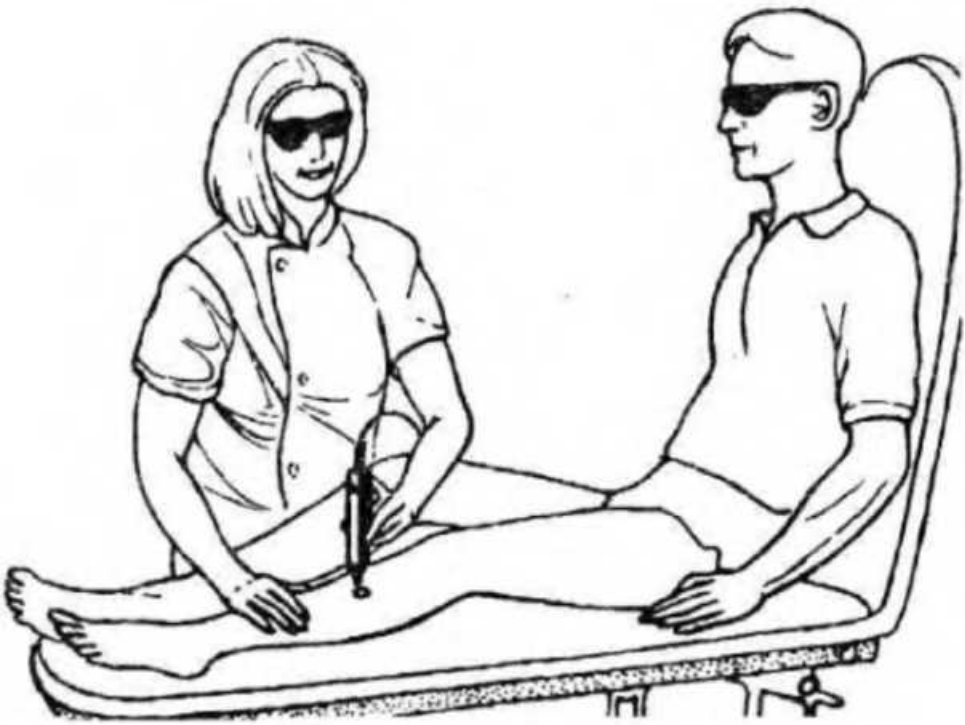


Рис. V5. Лазерное облучение трофической язвы голени.

Воздействие расфокусированным лучом осуществляют по *дистантной* методике, при которой зазор между излучателем и телом больного составляет не более 25-30 мм. Ось излучателя ориентируют по видимому световому пятну. Лазеропунктуру проводят по *контактной* методике, в которой излучатель устанавливают непосредственно на кожу (рис. 75) или слизистые оболочки больного.

В зависимости от техники облучения выделяют *стабильную* и *лабильную* методики лазеротерапии. Стабильная методика осуществляется без перемещения излучателя, который находится в фиксированном (чаще контактно) положении в течение всей процедуры. При лабильной методике излучатель произвольно перемещают по полям, на которые делят облучаемую зону (облучение по полям). В течение одной процедуры облучают одновременно 3-5 полей, а их общая площадь не должна превышать 400 $см^2$. В другом варианте излучатель медленно перемещают по спирали к центру с захватом здоровых участков кожи на 3-5 см по периметру патологического очага *(сканирование лазерным лучом).*

При проведении АЛОК инфракрасное лазерное излучение направляют перпендикулярно поверхности локтевого сгиба в проекции кубитальной вены (рис. 76).

Эффективность лазеротерапии увеличивается при комбинированном воздействии с лекарственными веществами, предвари-

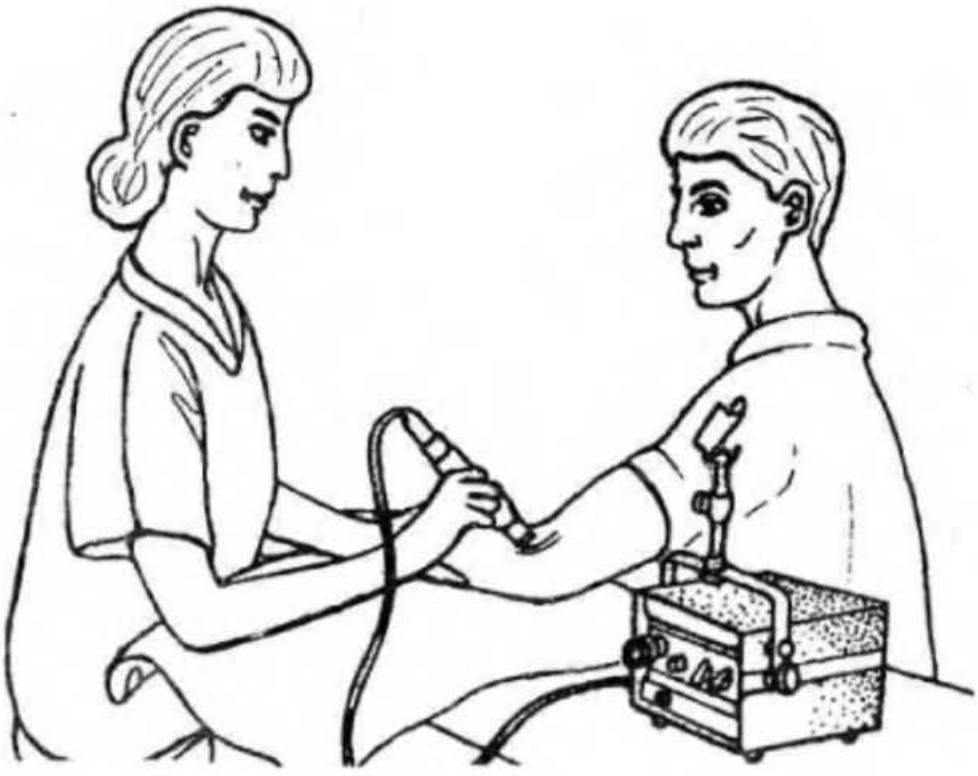


Рис. 76. Лазерное облучение крови.

тельно нанесенными на облучаемую зону *(лазерофорез),* а также при предварительном приеме фотосенсибилизирующих препаратов *(псоберам, бероксан, псорален).* Кроме того, лазерное излучение можно использовать при сочетании с другими методами электротерапии.

При проведении процедур необходимо соблюдать требования техники безопасности, изложенные в ГОСТ Р 507023-94 "Лазерная безопасность. Общие требования" и Санитарных нормах и правилах устройства и эксплуатации лазеров № 5804-91. В кабинах не должно быть отражающих поверхностей, запрещено направлять лазерное излучение в глаза и смотреть параллельно лучу. В отличие от лазерного излучения красного диапазона, энергия потока квантов ближнего инфракрасного излучения недостаточна для цис-транс изомеризации ретиналя колбочек и палочек сетчатки, что существенно упрощает требования их безопасного использования. Вместе с тем для профилактики ретинопатического действия необходимо использовать защитные очки со стеклами СЗС-22.

Дозирование воздействий осуществляют по плотности потока энергии лазерного излучения. Ее оценивают при помощи специальных измерителей мощности лазерного излучения ИМ-1 или

ИМ-2. Величину плотности потока энергии рассчитывают с учетом площади облучаемого участка по формуле 1.2.

Продолжительность лазерной терапии строго индивидуальна — от 20 с до 5 мин на поле, суммарно до 20 мин. Время воздействия на каждую точку 20 с, а суммарная продолжительность процедуры не превышает 2 мин. Процедуры проводят ежедневно или через день, на курс назначают 10-20 процедур. При необходимости повторный курс лазеротерапии назначают через 2-3 мес.

Фотодинамическая терапия

Фотодинамическая терапия - применение лазерного излучения для лечения онкологических больных.

Этот сравнительно новый метод лечения основан на избирательном поглощении лазерного излучения опухолевыми клетками, которые фотосенсибилизированы предварительно введенным порфириновым красителем. При поглощении квантов лазерного излучения в опухолевых клетках продуцируются токсические метаболиты кислорода (HO_2^-, HO^-, O_2^-), вызывающие деструкцию и гибель опухолевых клеток вследствие геморрагического некроза. Летальная доза излучения, вызывающего гибель опухолевых клеток, составляет порядка 10^{10} квантов и может быть достигнута при мощности лазерного излучения в импульсе 1-5 Вт.

Лечебный эффект: *фотодеструктивный.*

Показания. Рак молочной железы, легкого, рак и папилломатоз гортани.

Противопоказания. Заболевания печени и почек с выраженным нарушением функций, гипертиреоз, фотоэритема.

Параметры. Для фотодинамической терапии используют лазерное излучение красного диапазона (λ= 0,632-0,640мкм). Частота следования импульсов составляет 10-50 **имп·с$^{-1}$.** Выходная мощность излучения достигает 5 Вт. При этом плотность потока энергии лазерного излучения не превышает нижней границы теплового эффекта (0,5 **Вт·см$^{-2}$**).

В настоящее время для фотодинамической терапии используют отечественный аргоновый лазер Инверсия и зарубежные Coherent, Spectra-Physics. Для внутриполостного облучения лазеры имеют в комплекте волоконные световоды с рассеивателями на конце. В качестве фотосенсибилизаторов используют

препараты фотофторин-11, фотосан-3 и фотогем, которые вводят больному внутривенно за несколько дней до облучения.

Методика. В лечебных целях применяют *дистантное* лазерное облучение опухоли или области ее кожной проекции. При значительной площади световод произвольно перемещают по полям с захватом здоровых участков кожи на 3-5 см по периметру проекции опухоли *(сканирование лазерным лучом).* При внутриполостном облучении световоды располагают *контакно.*

Дозирование лечебных процедур осуществляют по выходной мощности лазеров и плотности потока энергии излучения.

Продолжительность процедур фотодинамической терапии определяется видом и стадией развития опухолевого процесса и не превышает 30 мин. Процедуры проводят ежедневно или через день; на курс назначают 10-20 процедур. При необходимости повторный курс лазеротерапии назначают через 3-4 мес.

Рекомендуемая литература

Бауман В.К. Биохимия и физиология витамина D. Рига, 1989.

Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека: Справочник. Киев.: Наукова думка, 1990.

Илларионов В.Е. Основы лазерной терапии. М.,1992.

Козлов В.И., Буйлин В.А., Самойлов Н.Г. Основы лазерной физио- и рефлексотерапии. Киев.: Здоров'я, 1993.

Крейман М.З., Удалый И.Ф. Низкочастотная лазеротерапия. Томск, 1992.

Лазеры в клинической медицине: Руководство / Под ред. С.Д. Плетнева. - М.:Медицина, 1996.

Поташов Л.В., Перелыгин В.Г. Ультрафиолетовое облучение крови. СПб., 1992.

Стрелис А.К., Деряпа Н.Р., Иванов Е.М., Петрова Н.Н. Ультрафиолетовое излучение в лечении и профилактике заболеваний. Томск, 1991.

РАЗДЕЛ II. ЛЕЧЕБНЫЕ ФАКТОРЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

ГЛАВА 7

БИОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛЕЧЕБНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

ФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

В основе рассматриваемых в данном разделе лечебных методов лежит воздействие на ткани организма человека механических факторов: напряжений, вибрации, акустических колебаний и измененных параметров воздушной среды. Если механическое воздействие на ткани осуществляется при помощи рук человека, говорят о *лечебном массаже.* Периодические механические колебания при непосредственном контакте тканей с их источником принято называть *вибрацией.* При периодическом воздействии на ткани через воздух, воду и другие среды говорят об акустических колебаниях.

Основными *характеристиками* механических факторов являются *атмосферное* (P_a), *парциальное* (p_r), *звуковое* (p) *давления, колебательное смещение частиц среды* (ξ) и *напряжение* (σ).

Атмосферное давление - отношение силы, с которой столб воздуха давит на единицу площади земной поверхности. Единица его измерения в системе СИ - Паскаль (Па). Размерность давления 1 $Па=Н \cdot м^{-2}$. Нормальное атмосферное давление у по-

верхности Земли при температуре 0° С на широте 45° равно 101333 Па (1013,3 гПа). Оно непостоянно и подвержено значительным колебаниям (чаще от 958 до 1027 гПа). При подъеме на высоту атмосферное давление уменьшается, а при спуске вглубь поверхности Земли повышается. Перепады атмосферного давления можно создать и на земной поверхности в ограниченных от внешней среды пространствах - барокамерах, нагнетая и откачивая из них воздух. В результате повышения общего давления воздуха или искусственной газовой смеси выше 1013 гПа в ограниченном пространстве будет возникать избыточное *(гипербария)* и недостаточное *[гипобария)* давление.

В связи с тем, что газовый состав атмосферы неоднороден давление воздушной газовой смеси, согласно закону Дальтона, равно:

$$P_a = p_{N2} + p_{O2} + p_{CO2} + p_{ИГ} \qquad [7.1]$$

где P_a - атмосферное давление; *р - парциальные* (частичные) *давления* азота, кислорода, диоксида углерода и инертных газов - давления, которые они бы оказывали, занимая весь объем среды.

Исходя из [7.1], парциальное давление кислорода, составляющего 21% от газового состава атмосферы, равно 212 гПа. Перепады атмосферного давления воздуха или общего давления газовой смеси неизбежно приводят к изменению парциальных давлений составляющих их газов. При этом вместе с давлением изменяется их плотность.

Содержание газа в жидкости принято характеризовать *напряжением,* под которым понимают такое парциальное давление газа, при котором наступает равновесие между газовой смесью и жидкостью (отсутствие газообмена).

Звуковое давление - амплитуда периодических колебаний атмосферного давления, возникающих в результате сжатия и разрежения частиц среды. В областях сжатия оно больше, а в областях разрежения - меньше. Таким образом, звуковое давление - это добавочное изменение статического (атмосферного) давления. Размерностью звукового давления является Па.

Колебательным смещением частиц среды (виброперемещением) называют амплитуду обусловленного механическим воздействием смещения частиц вещества по отношению к среде в целом. Единицей измерения колебательного смещения является мкм. Колебательное смещение - векторная величина, и характеризуется не только амплитудой, но и направлением.

Механические воздействия на тела принято характеризовать не приложенной к ним силой, а *напряжением* - частным от деления приложенной к телу механической силы F на площадь его поперечного сечения s, перпендикулярную направлению силы:

$$\sigma = F/s \qquad [7.2]$$

Единицей напряжения в системе СИ является Па.

Создаваемые разнообразными механическими факторами возмущения распространяются в различных средах в виде волн, перенос и передача энергии в которых осуществляется частицами среды. При этом каждый участок среды, по которому перемещается волна, совершает небольшие колебательные смещения, тогда как сама волна распространяется на значительные расстояния. Скорость распространения механических волн в среде *(скорость звука)* определяется молекулярной структурой среды и характером межмолекулярных взаимодействий. Параметрами акустической волны являются ее *длина* λ - расстояние между двумя соседними областями сжатия (разрежения) и *частота* f - число сжатий (разрежений), происходящих в единицу времени.

Механические волны переносят энергию. При их распространении энергия передается от одной колеблющейся частицы другой. Энергетической характеристикой механических волн является интенсивность звука или плотность потока энергии

$$I = p^2/2\rho c \qquad [7.3]$$

В системе СИ единицей интенсивности является $Вт \cdot м^{-2}$.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТКАНЕЙ ОРГАНИЗМА

Реакции тканей организма на механические факторы определяются их механическими свойствами. Они обусловлены пространственно-временным распределением частиц среды, а также типом связей между ними. Основными *характеристиками* механических свойств биологических тканей являются *напряжения* (σ_{int}) и *деформации* (ε).

Напряжение σ_{int}, в отличие от характеристики силового воздействия (σ_{ext}), отражает механические возмущения, разви-

вающиеся в тканях при действии на них механических сил. Единицей его измерения также является Па.

Деформация ε - упругое возмущение, обусловленное изменением пространственной структуры ткани. При этом происходит перенос потока энергии упругой деформации в отсутствие переноса частиц среды. Деформация распространяется с волной из одной точки в другую и определяет тип механического возмущения. Она характеризует отношение измененных линейных размеров единичного объема ткани при возбуждении в ней колебаний к ее состоянию в покое и является функцией внешнего напряжения и колебательного смещения частиц среды:

$$\varepsilon = \sigma_{ext} / E \qquad [7.4]$$

где E - модуль Юнга - напряжение, при котором длина единичного объема ткани увеличивается вдвое.

По реакции на внешние напряжения все ткани разделяют на *упругие, неупругие* (вязкие) и *вязко-упругие.* Критериями такого разделения служат эффекты приложенного напряжения, а именно наличие или отсутствие остаточной деформации тканей.

При самопроизвольном восстановлении исходного состояния с прекращением приложенного напряжения ткани относят к *упругим.* В случае необратимой деформации под действием внешних сил или остаточных внутренних напряжений говорят о *вязких* средах. Вязкость биологических сред обусловлена наличием в их структурной решетке узлов, образованных слабыми ван-дер-ваальсовыми силами. Обусловленные этими силами связи нарушаются при сдвиговых деформациях и восстанавливаются после окончания воздействия. Разрушение этих надмолекулярных связей при некоторой "пороговой" интенсивности механического фактора приводит к *тиксотропии* - обратимому изменению жидкокристаллической структуры цитозоля вследствие разрыва слабых связей.

По плотности и типу пространственной структуры все ткани организма разделяют на *твердые* (костная ткань, дентин и эмаль зубов), *мягкие* (кожа, мышечная ткань, ткани паренхиматозных органов, эндотелий сосудов) и *жидкие* (кровь, лимфа, спинномозговая жидкость, слюна, сперма).

Структурная неоднородность биологических тканей, присущая им *анизотропия* (различие механических свойств биологической среды в разных направлениях), существование в них различных типов волн (продольных, поперечных, сдвиговых) и активный характер изменения их упругих и вязких свойств су-

щественно усложняют пространственно-временные характеристики развивающихся в них напряжений и деформаций. Их количественные характеристики определяются *параметрами механических свойств* его органов и тканей. К их числу относят *плотность тканей* ρ, скорость звука с и модуль упругости Е (табл. 11).

Таблица 11

Параметры **механических свойств биологических тканей**

Ткани	ρ, кг·м$^{-3}$	с, м·с$^{-1}$	Е, Па
	Твердые ткани		
Костная			
- компактная	1920-1990	1200-2000	$(12,3-40.7)\cdot10^9$
- спонгиозная	240		$2,2\cdot10^9$
	Мягкие ткани		
Кожа	1048-1066	90-100*	10^8
Скелетные мышцы	1041-1100	150	$(2-7,6)\cdot10^4$
Миокард	1030	120-150	$7,6\cdot10^4$
Головной мозг	1030-1041	100-120*	
Паренхима легких	400	30-60	$3-27\cdot10^4$
	Жидкости		
Кровь	1048-1066	1500	

* - расчетные величины

Среди всех биологических тканей наиболее выраженными упругими свойствами обладают кости. Для большинства мягких тканей характерны неопределенность начального и естественного состояний, несжимаемость и анизотропия внутренних напряжений. Деформации мягких тканей велики и достигают 200%, а у составляющих их клеточных мембран достигают 600%. При периодическом воздействии колебания деформаций и внутренних напряжений различаются по фазе. Такие деформации обусловлены изменением пространственной ориентации и формы биологических молекул.

Нелинейный характер зависимости деформаций от приложенного напряжения в диапазоне его малых и средних величин обусловлен наличием в составе большинства мягких тканей коллагеновых волокон (рис. 77). Они способны к значительным деформациям и имеют высокий модуль упругости - до 10^{10} Па. Другой структурный компонент - эластиновые волокна - значительно растягиваются под действием приложенных напряжений и их деформации превышают 200%. Модуль упругости эластиновых волокон существенно ниже, чем у коллагено-

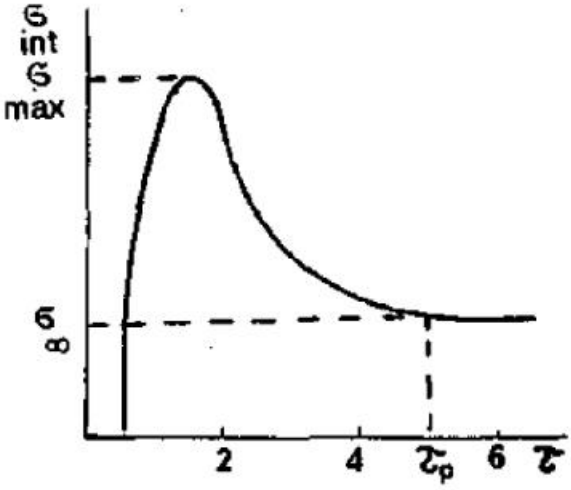


Рис. 77. Зависимость внутреннего напряжения от времени при начальном растяжении вещества.
По оси абсцисс - время t, мин; по оси ординат - внутреннее напряжение, σ_{int}, Па.

вых - 10^5-10^7 Па, и их деформации происходят по линейному закону.

Особенности пространственного расположения коллагеновых и эластиновых волокон и определяют характер деформаций в мягких тканях. В тканях, содержащих оба типа соединительнотканных волокон, начальные линейные деформации обусловлены растяжением эластиновых нитей, а последующие нелинейные - коллагеновых.

Для некоторых мягких биологических тканей характерна слабая зависимость их упругих свойств от скорости' деформации. Поэтому при напряжениях, возникающих под действием механических факторов, вязкими свойствами мягких тканей часто пренебрегают. Однако такое допущение оправдано далеко не всегда. У кожи, мышц и мягких тканей полых органов при фиксированных деформациях вследствие релаксации частиц вещества происходит уменьшение внутренних напряжений - проявляется *текучесть* среды (см. рис. 77). Такая релаксация напряжения наиболее характерна для мышечной ткани. Она не выражена у эластина и очень мала у коллагена.

Деформации *кожи* имеют выраженный нелинейный характер (рис. 78А). Они обусловлены растяжением коллагена, содержание которого в коже составляет 75%, тогда как эластин составляет всего 4% от ее сухой массы. Большинство коллагеновых нитей беспорядочно ориентировано в пространстве. Их деформации в физиологических условиях невелики (=10%) и возникают только под действием значительных механических напряжений. Сеть максимальных напряжений в коже пространственно совпадает с. линиями Лангера.

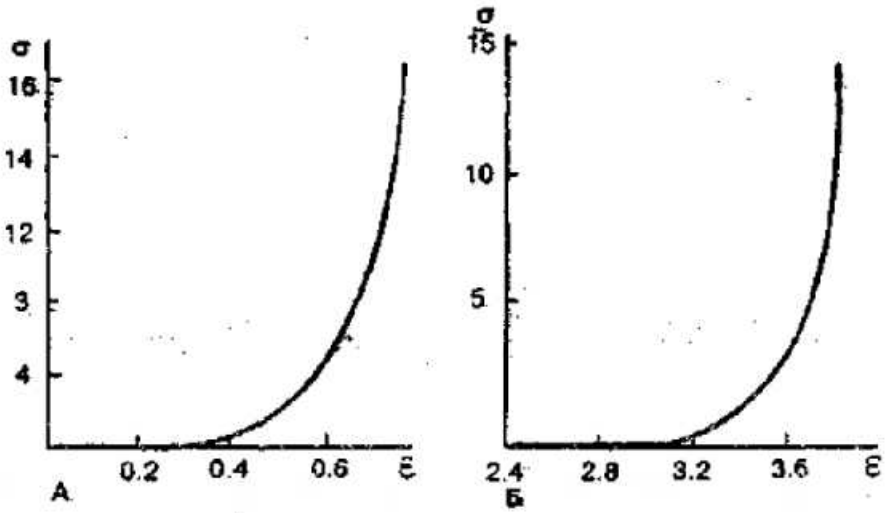


Рис. 78. Диаграммы "напряжение - продольная деформация" для кожи (А) и скелетных мышц (Б).
По оси абсцисс - деформация ε, отн.ед, по оси ординат - внутреннее напряжение σ_{int}, 10^8 Па (А), 10^6 Па (Б).

Нелинейность возникающих деформаций также присуща *скелетным мышцам* (рис. 786). Кроме того, для них характерна релаксация напряжения при растяжении. Активный характер мышечного сокращения существенно влияет и на их механические свойства. Так у расслабленных мышц модуль Юнга составляет порядка 10^4 Па, а при сокращении он увеличивается в десятки раз.

Деформации, возникающие в *воздухоносных путях* и *сосудах* эластического типа, линейны. Упругость этих тканей определяется в основном эластиновыми волокнами, хотя в их составе присутствуют и коллагеновые волокна. Однако последние не имеют здесь внутреннего напряжения, так как уложены волнообразно и при физиологических нагрузках только распрямляются, но не растягиваются. Следовательно, упругие свойства воздухоносных путей и сосудов начинают проявляться только при значительных напряжениях, когда они сильно растягиваются. Содержащиеся в их составе пространственно упорядоченные коллагеновые волокна обусловливают высокую прочность сосудов и воздухоносных путей.

При деформации *легкие* ведут себя как пластическая среда, поглощающая значительную часть подводимой механической энергии. Содержание коллагена и эластина в легких составляет соответственно 12-20 и 5-12% от их сухой массы. Предел текучести легочной паренхимы превышает $4 \cdot 10^3$ Па. В мягких тка-

нях *паренхиматозных органов* они образуют функционально целостную систему с клетками внутренних органов. По своим упругим свойствам они похожи на гидрофильный гель, основными упругими компонентами которого являются *гликозоаминогликаны* (мукополисахариды) и цитозоль.

Большинство биологических *жидкостей* является суспензиями и обладает исключительно вязкими свойствами. Для всех них характерна нелинейная зависимость деформаций от напряжений. Нелинейный характер их вязкостных свойств обусловлен влиянием дисперсной фазы на вязкость суспензий. Величина вязкости крови зависит от свойств форменных элементов и диаметра кровеносных сосудов. Среди форменных элементов 93% составляют эритроциты, механическими свойствами которых и определяется *вязкость* крови. Кроме того, с уменьшением радиуса сосудов в них формируется пристеночный слой, где вязкость существенно меньше, чем в центре сосуда. Поэтому с уменьшением радиуса капилляров вязкость крови падает *(эффект Фареуса-Линдквиста).* Характерно, что составляющие кровь элементы обладают значительными упругими свойствами. Так, модуль упругости белковых глобул составляет (2-9)-10^9 Па, а мембран эритроцитов человека - Ю^7 Па.

Итак, анизотропия и неоднородность большинства биологических тканей существенно затрудняют возможность представления в аналитической форме параметров механических свойств тканей организма. Вместе с тем в диапазоне физиологических деформаций их зависимость от приложенных напряжений квазилинейна, что позволяет удовлетворительно пользоваться ими при изучении реакций организма на механические лечебные факторы.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ С ОРГАНИЗМОМ

Распространение вызванных механическими факторами волн в тканях организма вызывает 2 вида внутренних напряжений; *упругие* (обратимые) и *диссипативные* (необратимые). Последние возникают в случае, когда продолжительность восстановления первичной структуры ткани существенно меньше периода механических колебаний. Диссипативные напряжения обусловливают необратимое превращение механической энергии в теплоту - *поглощение звука.* Оно вызывает уменьшение интен-

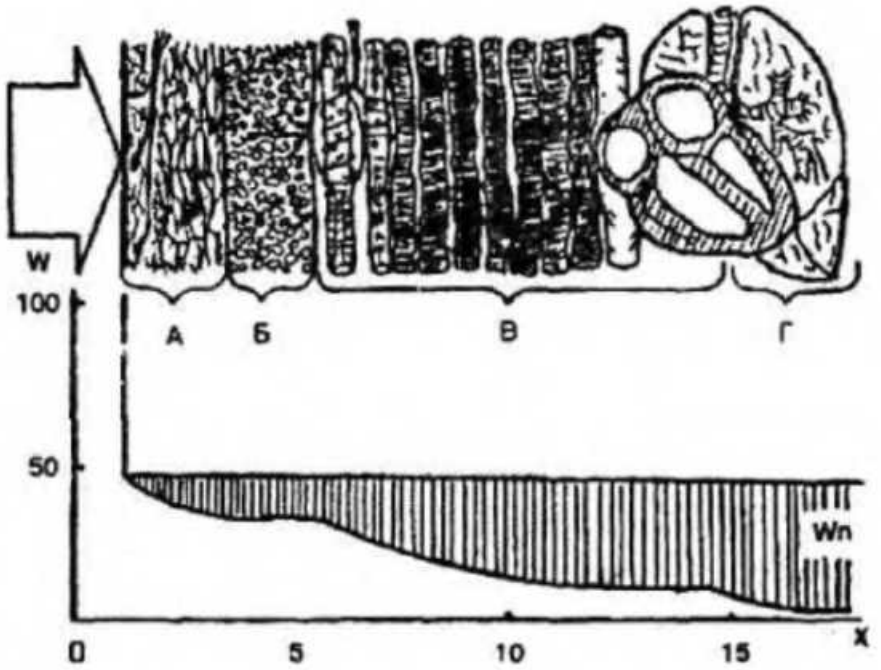


Рис. 79. Затухание механических колебаний в мягких тканях человека.
По оси абсцисс - направление распространения колебаний от кожи, x, мм; по оси ординат - механическая энергия, W, % от начальной.
W_n- поглощенная энергия. А - кожа; Б - подкожная жировая клетчатка; В - мышечная ткань; Г - легочная паренхима.

сивности механических волн по мере их распространения. Расстояние, на котором интенсивность волны уменьшается в e^2 (приблизительно в 7,3 раз), называют *глубиной проникновения звука*. Поглощение акустических колебаний связано с частотой квадратической зависимостью. Оно максимально для ультразвука и составляет для различных, тканей 7-8 см на частоте 44 кГц, 4-5 см - на частоте 880 кГц и 1-3 см на частоте 2640 кГц.

Возникающие при поглощении механической энергии деформации микроструктур тканей также распространяются с затуханием. В связи с этим интенсивность механических колебаний при их распространении вглубь тела человека экспоненциально уменьшается (рис. 79).

Поглощение механических колебаний низкой частоты в большей степени определяется неоднородностью механических свойств мышц и внутренних органов человека, чем различием линейных размеров составляющих их микроструктур. Анизотропия и нелинейность механических свойств мягких тканей определяет неодинаковую степень поглощения энергии механических колебаний. Напротив, на высоких частотах линейные размеры неоднородностей биологических тканей, составляющие порядок 10^{-6} м, сопоставимы с длинами волн распространяющихся коле-

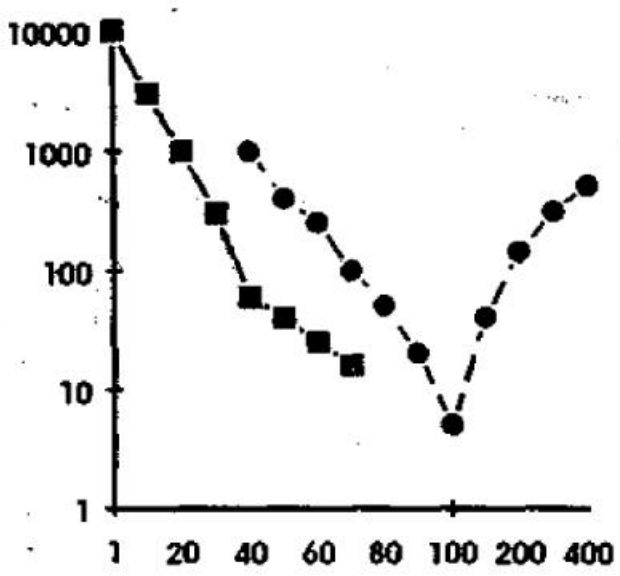


Рис. 80. Частотно-пороговые кривые чувствительности телец Мейснера (■---■) и телец Пачини (•----•).
По оси абсцисс - частота механических стимулов, f Гц; по оси ординат - колебательное смещение, ξ, 10^{-6} м.

баний. Это приводит к существенному затуханию распространяющихся упругих колебаний вследствие их значительного поглощения, рассеяния и отражения частицами среды. Среди них вклад поглощения наибольший.

На *низких частотах,* где длина волны сопоставима с размерами тела, акустические колебания распространяются в организме в виде *поперечных волн.* С учетом активных свойств некоторых биологических тканей механические факторы с амплитудой колебательного смещения выше 10^{-6} м являются физиологическими раздражителями и могут восприниматься структурами, обладающими высокой чувствительностью к данному фактору -- *механорецепторами.* Сенсорное восприятие вибрации осуществляют инкапсулированные нервные окончания кожи-клубочкообразные тельца Мейснера и тельца Пачини. Частотный диапазон вибрационной чувствительности первых из них, расположенных под базальной мембраной кожи, составляет 2-40 Гц, а пороговое виброперемещение - 35-100 мкм. Виброчувствительность находящихся в дерме телец Пачини на порядок выше (пороговые виброперемещения 1-10 мкм), а частотный диапазон восприятия вибрации составляет 40-250 Гц (рис. 80).

Являясь своеобразными усилителями, механорецепторы формируют кооперативные процессы, обеспечивающие реакции, энергетический выход которых многократно превосходит энергию действующего лечебного механического фактора. Он является адекватным раздражителем для разнообразных механо-

рецепторов, афферентных потоки с которых формируют генерализованные реакции человека. Лечебные эффекты таких факторов на низких частотах определяются параметрами механических свойств биологических тканей и частотными зависимостями чувствительности механорецепторов.

На *высоких частотах,* когда длины волн значительно меньше линейных размеров тела человека, проявляется преимущественно локальное компрессионное действие механических факторов в виде сжатия и растяжения тканей, и в теле распространяются продольные упругие волны. Их значительное поглощение вызывает образование *тепла* в облучаемых тканях, которое наиболее выражено в поле ультразвуковых волн.

Из-за неоднородности тканей организма вероятность проявления тепловых и нетепловых (специфических) эффектов ультразвука различна. В жидких низкомолекулярных средах энергия вызванных им колебательных и вращательных движений биомолекул не приводит к специфическим взаимодействиям и быстро превращается в тепло *{тепловой эффект).* Так, например, силы взаимодействия, возникающие вследствие переизлучения механических колебаний между соседними касающимися эритроцитами в плазме крови, составляют на частоте 1 МГц порядок 10^{-13} Н.

Напротив, в мягких высокомолекулярных тканях могут проявляться нетепловые специфические эффекты. Это подтверждает сравнительный анализ колебательных скоростей молекул при механических и тепловых колебаниях. Так, например, скорость молекул воды в ультразвуковом поле при интенсивности 1 $Вт \cdot см^{-2}$ составляет 0,117 $м \cdot с^{-1}$. Напротив, средняя скорость тепловых колебаний воды при t=37° С для воды равна 380 мс , а для молекул ДНК с молекулярной массой 10^7 - 0,5 $м \cdot с^{-1}$. Следовательно, нетепловые (специфические) эффекты могут возникать только в высокомолекулярных сложноорганизованных биологических тканях. Среди них необходимо отметить различные физико-химические превращения микропотоков колеблющихся частиц, определяющих характер межмолекулярных взаимодействий.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА НА ОРГАНИЗМ

При пребывании организма в условиях повышенного или пониженного атмосферного давления на организм человека поми-

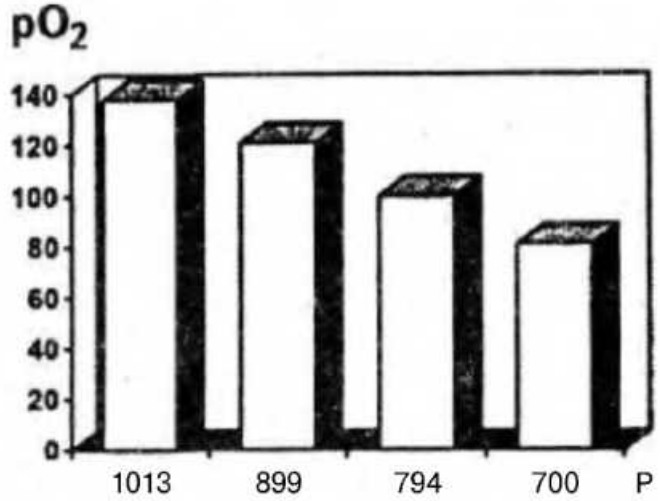


Рис. 81. Зависимость парциального давления кислорода в альвеолах легких от атмосферного давления.
По оси абсцисс - атмосферное давление, Р, гПа; по оси ординат- парциальное давление pO_2, гПа.

мо гидростатического давления» действуют присутствующие в смеси газы, имеющие различную плотность и парциальное давление. В связи с малой разностью давлений на различных участках тела газовые смеси вызывают незначительное раздражение механорецепторов кожи и связанные с ними ответы. В связи с этим основные реакции организма обусловлены *вдыханием* создаваемых газовых смесей. В альвеолах легких происходит обмен кислородом, диоксидом углерода и азотом между внешней средой и организмом. Среди этих газов наибольшее значение для жизнедеятельности организма имеют кислород, диоксид углерода и азот. Постоянство состава альвеолярного воздуха обеспечивается альвеолярной вентиляцией, в результате которой легочные альвеолы обмениваются газами с атмосферой.

Газообмен между газовой смесью альвеол и кровью легочных капилляров на альвеолокапиллярной мембране происходит под действием концентрационного градиента каждого из газов путем диффузии. Кислород и диоксид углерода диффундируют растворенными в фосфолипидах сурфактантной системы. Различия в парциальных давлениях O_2 и CO_2 в альвеолярной газовой смеси и напряжений этих газов в венозной крови легочных капилляров (табл. 12) при фиксированной толщине аэрогема-тического барьера (5 мкм) и площади поверхности альвеол (70-80 $м^2$) обусловливают массоперенос кислорода в кровь, а диоксида углерода в альвеолы. При этом, несмотря на неодинаковый перепад концентраций кислорода (ΔpO_2 = 9,3 кПа) и диоксида углерода (ΔpCO_2 = 0,8 кПа), высокая проницаемость последнего обусловливает одинаковый массоперенос обоих га-

зов. Изменяющаяся вместе с давлением плотность различных газов (рис. 81) по воздухоносным путям имеет решающее значение в конвекции и изменении характера внешнего дыхания организма. При увеличении плотности газовой смеси дыхание становится редким и глубоким.

Таблица 12

Газовый состав дыхательной среды и крови легочных капилляров

Среда	Кислород, pO_2, кПа	Диоксид углерода, pCO_2, кПа
Альвеолярный воздух	13,7	5,3
Кровь легочных капилляров	4,9	6,1

Повышение атмосферного давления *(гипербария)* приводит к увеличению сопротивления дыханию и снижению резервов вентиляции легких. Это связано с переходом ламинарного движения воздуха в трахеобронхиальном дереве в турбулентное. Вследствие уменьшения альвеоло-капиллярного обмена кислорода увеличивается парциальное давление диоксида углерода в альвеолах и напряжение в крови. Уменьшение жизненной емкости *м* вентиляции легких сопровождается увеличением их кровенаполнения и снижением чувствительности хеморецепторов к гиперкапнии. Кроме того азот при значительном парциальном давлении (выше 3920 гПа) оказывает наркотическое действие, что также является неблагоприятным эффектом гипербарии. Для их купирования применяют газовые смеси кислорода с гелием (гелиокс) или тройные (гелий, кислород, азот). Они имеют меньшую вязкость и повышают максимальную вентиляцию легких за счет снижения сопротивления дыханию.

При понижении общего атмосферного давления *(аивобарии)* содержание кислорода в воздухе уменьшается и его парциальное давление в альвеолярном воздухе (см. рис. 81). В результате замедления и уменьшения массопереноса газов снижается напряжение кислорода в крови и развивается кислородная недостаточность организма. Вследствие рефлекторного усиления альвеолярной вентиляции и вымывания из альвеол CO_2 возрастает альвеоло-капиллярный обмен кислорода и скорость его транспорта к тканям.

Таким образом, влияние измененного давления газовой среды на организм реализуется преимущественно через систему внешнего дыхания. Суммарный эффект их действия на организм определяется многими факторами: парциальными давлениями

газов в смеси, ее плотностью (определяющей соотношение диффузии и конвекции газов в легких и изменения их вентиляции), различиями коэффициентов диффузии вдыхаемых газов. Они активируют адаптационно-приспособительные реакции организма, направленные на восстановление тканевого дыхания в условиях измененной газовой среды.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЛЕЧЕБНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Создаваемые в тканях апериодические напряжения применяют с лечебной целью в виде массажа и мануальной терапии. Периодические колебания при непосредственном контакте с их источником (вибрации) принято разделять в соответствии с виброчувствительностью воспринимающих их соматосенсорных афферентов - механорецепторов мышц и кожи. Выделяют низкочастотную вибрацию в диапазоне 0-40 Гц и высокочастотную, частотный диапазон которой составляет 40-250 Гц.

Практически все существующие классификации механических колебаний связаны со слуховым восприятием человека. К слышимым звукам традиционно относят акустические колебания, распространяющиеся в атмосфере с частотой 16-20000 Гц. Механические колебаний частотой ниже 16 Гц принято называть инфразвуками, выше 20000 Гц - ультразвуками. В физиотерапии используют преимущественно механические колебания ультразвукового диапазона (ультразвук).

Наряду с изменениями атмосферного давления воздуха, наиболее широко в лечебной практике применяют газовые смеси с измененным парциальным давлением различных компонентов воздуха. Помимо изменения газового состава воздуха, в физиотерапии используют также насыщение воздуха различными солями или жидкими лекарственными веществами *(аэрозоли).*

В соответствии с применяемыми механическими факторами выделяют различные методы их лечебного ислользования (табл. 13).

Таблица 13

Методы лечебного применения механических факторов

Вид и характер фактора	Методы лечебного применения
Механические напряжения	
Создаваемые руками	Лечебный массаж
	Мануальная терапия
Создаваемые иглами	Акупунктура
Механические **колебания**	
Вибрация	Вибротерапия
Ультразвук	Ультразвуковая терапия
	Лекарственный ультрафонофорез
Факторы воздушного пространства	
Атмосферное давление	Баротерапия
периодически изменяющееся	локальная баротерапия
пониженное	гипобаротерапия
повышенное	гипербаротерапия
Парциальное давление газов	
пониженное p_{O_2}	нормобарическая гипокситерапия
повышенное p_{O_2}	оксигенобаротерапия
	оксигенотерапия
повышенное p_{O_2} и p_{He}	оксигеногелиотерапия
повышенное p_{CO_2}	карбогенотерапия
Аэроионы	Аэроионотерапия
Аэрозоли	Аэрозольтерапия
	Галатерапия

Рекомендуемая литература

Агаджанян Н.А., Елфимов А.И. Функция организма в условиях гипоксии и гиперкапнии. М., 1986.

Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека. - Киев, 1990.

Бранков Г. Основы биомеханики. - М., 1981.

Вибрационная биомеханика / Под ред. К.В.Фролова. - М., 1988.

Кисляков Ю.А., Бреслав И.С. Дыхание, динамика и работоспособность при гипербарии. - Л., 1988.

Применение ультразвука в медицине Физические основы. / Под ред. К.Хилла. - М, **Мир,** 1989.

Регирер С.А. Лекции по биологической механике. М., 1980.

Самойлов В.О., Пономаренко Г.Н., Енин Л.Д. Низкочастотная биоакустика. - СПб., 1994.

ГЛАВА 8

ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

ЛЕЧЕБНЫЙ МАССАЖ

Лечебный массаж - дозированное механическое воздействие на мягкие ткани обнаженного тела больного при помощи специальных приемов, выполняемых обученным человеком в определенной последовательности и сочетаниях.

Наряду с лечением, массаж проводят для профилактики заболеваний *{гигиенический массаж),* укрепления мышц, повышения выносливости и уменьшения утомлемия организма *(спортивный массаж)* и улучшения трофики поверхностных тканей *(косметический массаж).* По источнику механических воздействий выделяют массаж *ручной, аппаратный* и *комбинированный* (гидромассаж, пневмомассаж). Ручной массаж подразделяют на классический, сегментарно-рефлекторный и регионарно-точечный.

Возникающие при массаже механические напряжения изменяют жидкокристаллическую структуру цитозоля клеток (тиксотропное действие), стимулируют клеточное дыхание и формируют микропотоки основных продуктов метаболизма в клетках. Выделяющиеся при деформациях тканей регуляторы лЬкального кровотока (брадикинин, гистамин, простогландины и др.) увеличивают скорость микроциркуляции и оксигенации тканей в области воздействия. Это приводит к увеличению числа открытых артериоло-венулярных анастомозов, выходу в кровь форменных элементов из депо. Количество функционально активных капилляров увеличивается в 45 раз, а их объемная скорость кровотока в 140 раз. Создаваемое в результате массажа отрицательное давление в венулах способствует ускорению продвижения крови в микроциркуляторном русле. Усиление

лимфоперфузии тканей (в 7-8 раз) ускоряет выход продуктов метаболизма и аутолиза клеток, что приводит к рассасыванию выпотов и инфильтратов, устранению застойных явлений в тканях и декомпрессии афферентных проводников боли.

Возникающие местные процессы приводят к очищению дериватов кожи от шлаков, отшелушиванию ороговевшего эпидермиса. Усиливается трофика кожи, повышается ее эластичность и тургор, повышается кровоснабжение периартикулярных тканей и активируется секреторная функция синовиальной оболочки. Дозированное напряжение мышц усиливает их сократительную функцию и повышает работоспособность, нормализует их контрактильный и пластический тонус. После массажа увеличивается мышечный кровоток с 4,2 до 6,3 $мл \cdot 100мм^{-2} \cdot мин^{-1}$, внутримышечная температура повышается на (2,7±0,02)° С. Массаж увеличивает активность в мышцах ключевых ферментов клеточного дыхания (цитохромоксидазы), цикла Кребса (сукцинатдегидрогеназы), а также энзимов утилизации конечных продуктов метаболизма - лактатдегидрогеназы и пируватдегидрогеназы.

Ускорение венозного оттока и увеличение скорости артериального кровотока приводит к повышению систолического и понижению диастолического артериального давлений. Массаж грудной клетки вызывает брадикардию, нормализует ритм дыхания, увеличивает *его* глубину и вентиляцию находящихся в физиологическом ателектазе альвеол. Массаж живота приводит к усилению перистальтики кишечника и повышению секреторной функции желудочно-кишечного тракта.

Механическое воздействие на симпатические нервные волокна приводит к активации адаптационно-трофической функции симпатической нервной системы, восстановлению экскреции гормонов надпочечниками, щитовидной железой и яичниками. Выделяющиеся из мозгового вещества надпочечников катехоламины стимулируют катаболические процессы в организме, что способствует повышению резистентности организма и активирует его иммуногенез. Повышается диурез и выделение с мочой натрия хлорида, мочевой кислоты, неорганического фосфора.

Возникающие при массаже деформации кожи, мышц, связок и внутренних органов стимулируют заложенные в них механорецепторы. Их возбуждение приводит к формированию импульсного потока, который по механосенсорным афферентным путям поступает в центральную нервную систему, где формируется ответная реакция различных органов и систем организма.

Активация соматосенсорной зоны коры приводит к усилению тормозных процессов в коре головного мозга, развивающихся по механизму отрицательной обратной индукции. Формирование нового очага возбуждения приводит к блокаде восходящего афферентного потока от пораженных органов и тканей. Возникающая вслед за массажем активация центральных регулирующих влияний на внутренние органы существенно изменяет их функциональные свойства и режим деятельности, способствует уменьшению утомления и повышению работоспособности.

Сегментарно-рефлекторный массаж - метод массажа, при котором воздействуют на биологически активные зоны. Физиологические эффекты механического воздействия проявляются в органах и тканях массируемого метамера или рефлекторно связанных с ним органах. Массажные приемы в основном те же, что и при классическом массаже. Наряду с ними, на зоны Захарьина-Геда воздействуют специальными приемами, детально описанными в специальных руководствах.

Лечебные эффекты: *тонизирующий, актопротекторный, вазоактивный, трофический, дренирующий, иммуностимулирующий, седативный, анальгетический.*

Показания. Заболевания и травмы опорно-двигательного аппарата (ревматические и другие артриты, ушибы, разрывы связок, мышц, переломы конечностей после иммобилизации, контрактуры), заболевания и последствия травм центральной нервной системы (спастический и вялый параличи, церебральный атеросклероз, детский церебральный паралич, остаточные явления нарушения мозгового кровообращения, неврастения), заболевания и травмы периферической нервной системы (невралгии, невриты, плекситы, радикулиты, соляриты, полиневриты, вибрационная болезнь, диэнцефальный синдром), заболевания сердечно-сосудистой системы (ишемическая болезнь сердца, постинфарктный кардиосклероз, нейроциркуляторные дистонии всех типов, гипертоническая болезнь I-II стадий, гипотоническая болезнь, миокардиодистрофия, заболевания артерий и вен), заболевания органов дыхания (хроническая пневмония и бронхит, эмфизема, бронхиальная астма вне обострения, пневмосклероз), заболевания органов пищеварения (хронический гастрит, дискинезии желчевыводящих путей по гиперкинетическому типу, колит), заболевания мочеполовой системы, спаечная болезнь, ожирение, подагра, склеродермия, снижение работоспособности

Противопоказания. Гнойные воспалительные заболевания различной локализации, гнойничковые и грибковые заболевания кожи и ее дериватов, острые респираторные заболевания, ангина, острый период травм с гематомой, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки в стадии обострения и при угрозе кровотечения, маточное кровотечение, острый аднексит и кольпит, тромбофлебит, варикозное расширение вен, длительно незаживающие трофические язвы и раны, лимфангиты и лимфангоиты различной локализации, повреждения кожного покрова и грыжи в области воздействия, острые боли и каузальгии.

Параметры. Темп, продолжительность и силу механического воздействия определяют, исходя из локализации патологического процесса, пола и конституции больного. Как правило, процедура лечебного массажа включает в себя *вводную* часть (1-3 мин), *основную* и *заключительную* (1-3 мин) части.

Методика. При проведении лечебного массажа необходимо учитывать, что периферические лимфатические сосуды имеют замкнутый фенестрированныи периферический отдел и впадают в более крупные сосуды. Обратному току лимфы в них препятствуют многочисленные клапаны. Наряду с сосудами, неотъемлимым компонентом лимфатической системы являются лимфатические узлы, в которых происходит фагоцитоз антигенпрезентирующих клеток, а также лизис микроорганизмов и утилизация продуктов азотистого обмена тканей. Механическое воздействие нарушает их трабекулярное строение и может привести к транспорту метаболитов и продуктов их утилизации в венозную сеть с развитием воспаления стенок сосудов.

Лечебный массаж производят по определенным *правилам* (рис. 82). Воздействия проводят по ходу лимфатических сосудов, по направлению к близлежащим лимфатическим узлам, которые, однако, не массируют. Направление движения рук массажиста - от периферии к центру. *Лицо* массируют от середины в сторону передних ушных лимфатических узлов, а затылочную часть головы - от середины к затылочным узлам. *Конечности* массируют в проксимальном направлении - от кисти (стопы) до локтевого (коленного) сустава и далее к подмышечным (паховым) лимфатическим узлам. *Спину* массируют от позвоночника, а грудную клетку от грудины - в направлении подмышечных лимфатических узлов. *Живот* массируют по ходу ободочной кишки (по часовой стрелке) вниз по направлению к левой паховой области. На *таз, поясничную* и *крестцовую* об-

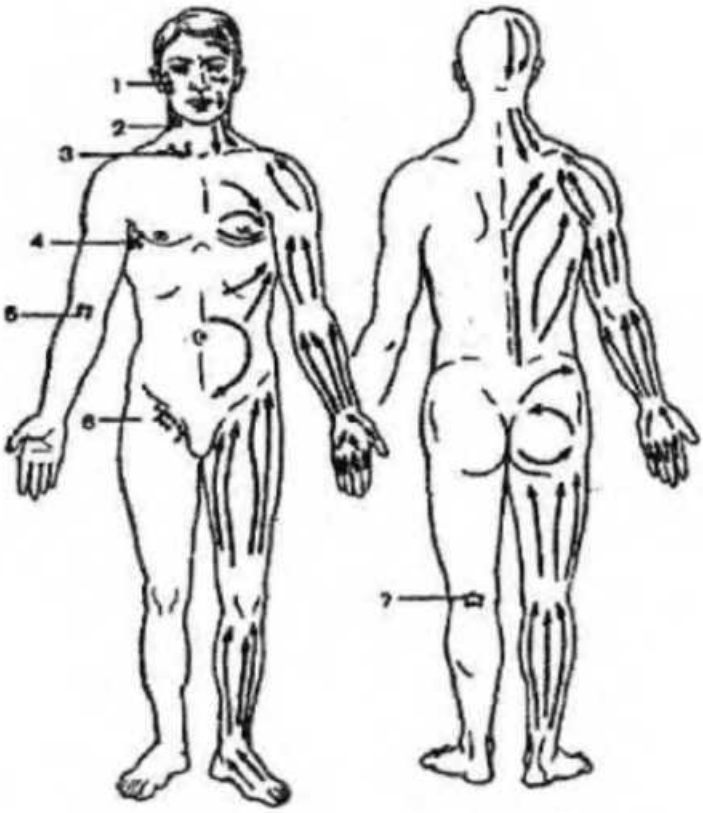


Рис.82. Основные направления массажных движений и группы лимфатических узлов.
1 - передние ушные, 2 - подчелюстные, 3 - надключичные, 4 - подмышечные, 5 - локтевые, 6 - паховые, 7 - подколенные.

ласти воздействуют в направлении паховых лимфатических узлов.

При проведении лечебного массажа используют следующие *основные приемы,* которые имеют различную глубину воздействия на ткани больного (рис. 83).

Поглаживание. Этим приемом начинают и заканчивают массаж, а также чередуют его со всеми остальными приемами. При поглаживании рука массажиста скользит по коже, не сдвигая ее и не образуя кожных валиков и складок. Поглаживание проводят легко, ритмично по ходу лимфатических и кровеносных сосудов, на конечностях - от периферии к центру. Для улучшения оттока лимфы при отеке в дистальных сегментах конечностей поглаживание начинают с вышележащего отдела. Данный прием выполняют кончиками пальцев, ладонной поверхностью кисти, согнутыми пальцами и тыльной поверхностью согнутой под прямым углом кисти.

Растирание. При выполнении растирания рука массажиста скользит по коже, смещая массируемые ткани в различных направлениях. Данный прием используют преимущественно для воздействия на суставы, связки, сухожилия и участки тканей с

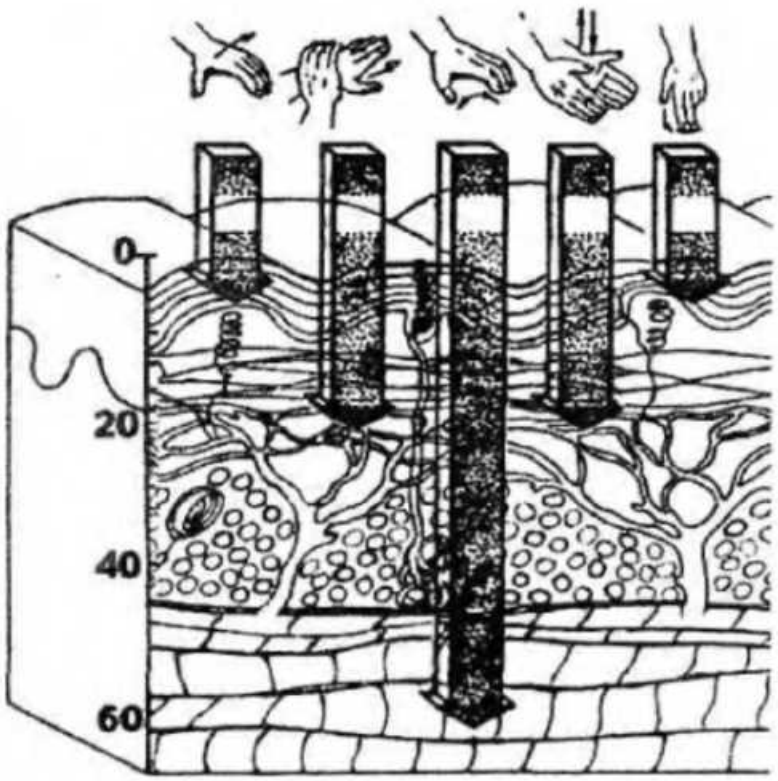


Рис. 83. Глубина воздействия при проведении различных приемов массажа.

низким кровоснабжением. Его выполняют при помощи круговых или поперечных движений одним или несколькими пальцами, опорной частью кисти и локтевым краем ладони.

Разминание. Является *кардинальным* приемом массажа и выполняется по его правилам. Включает в себя непрерывный или прерывистый захват, приподнимание и отжимание массируемых мышц, попеременное их сдавливание, "перетирание" или растяжение ("отжатие губки"). При разминании производят также приподнимание, сдвигание и скручивание тканей. Прием выполняют большим и указательным пальцами - на небольших участках и большим и остальными пальцами - на массивных участках.

Поколачивание. Включает периодические удары по массируемой части тела пальцами или кистью с частотой 2-3 **удара·с$^{-1}$** в течение 1-1,5 мин. Проводят на группах крупных, полностью расслабленных мышц. Выполняют кончиками пальцев, боковой поверхностью раздвинутых или сжатых пальцев, боковой поверхностью кисти (рубление). При поколачивании кисть свободно движется в лучезапястном суставе на высоте не более 10 см над массируемой областью.

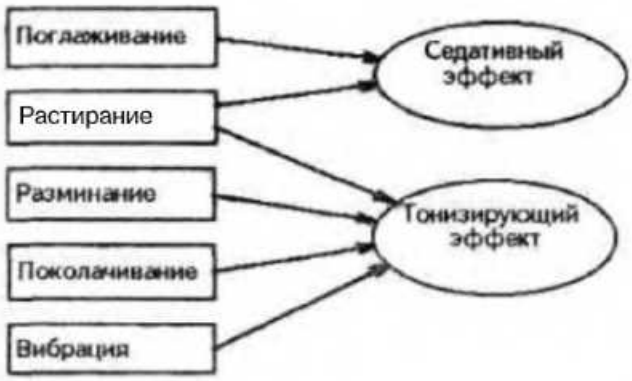


Рис. 84. Лечебные эффекты при комбинации различных приемов массажа.

Вибрация. Включает серии ритмичных колебательных движений различной частоты и амплитуды, производимые *без отрыва* руки от массируемого участка. Выполняют ладонной поверхностью одного (чаще II или HI) пальца в двигательных точках, всеми пальцами, ладонью, или сжатой в кулак кистью на большой площади мышечно-фасциальных участков.

Наряду с перечисленными существует ряд вспомогательных (дополнительных) приемов лечебного массажа, которые применяют при дифференцированном воздействии на отдельные органы и ткани или в специальных разновидностях массажа (урологическом, гинекологическом и пр.).

Условия эффективного выполнения массажа:

- удобное расположение массажиста и больного;
- чистые поверхности рук массажиста и мест массажа;
- максимальное расслабление мышц на массируемых участках;
- твердая поверхность расположения больного.

Массаж сочетают с вибротерапией *(аппаратный вибромассаж),* локальной баротерапией *(пневмомассаж),* гидротерапией *[гидромассаж, виброгидромассаж)* и комбинируют с термотерапией, элетромагнитотерапией и лечебной физической культурой.

Дозирование процедур лечебного массажа осуществляют по площади воздействия на ткани, их локализации* количеству массажных манипуляций и продолжительности процедуры. Объем работы массажиста оценивают в условных массажных единицах.

За одну единицу принимают массажную процедуру, на выполнение которой требуется 10 мин (Приказ Министерства здравоохранения СССР N 817 от 18.06.1987 года). Количество условных массажных единиц при массаже разных областей тела различно.

Общая продолжительность массажа, как правило, не превышает 10-20 мин, общего - 60 мин. Лечебный массаж проводят ежедневно или через день. Курс лечения - 10-15 процедур. Повторный курс массажа назначают через 1-2 мес.

ВИБРОТЕРАПИЯ

Вибротерапия - метод лечебного воздействия механическими колебаниями, осуществляемый при непосредственном контакте излучателя (вибратода) с тканями больного.

В отличие от низкочастотной вибрации (3-5 Гц) как приема ручного массажа, с помощью аппаратов можно воздействовать на ткани больного механическими колебаниями более высокой частоты (до 1000 Гц) в непрерывном либо импульсном режимах. Вибрация различной частоты наряду с механическим воздействием на поверхностные ткани вызывает избирательное возбуждение различных групп механорецепторов кожи, обладающих неодинаковой частотно-избирательной чувствительностью: телец Мейснера (в диапазоне 20-70 Гц), телец Пачини (в диапазоне 60-250 Гц) или свободных нервных окончаний. За счет различной скорости распространения импульсации по Ар-проводникам (оканчивающихся в коже инкапсулированными нервными окончаниями) и механо-болевым С-афферентам происходит периферическая блокада болезого очага по механизму "воротного блока" (см. рис.21).

Избирательное возбуждение механорецепторов сосудов и вегетативных нервных проводников низкочастотной вибрацией (20-50 Гц) приводит к усилению локального кровотока и лимфооттока. При этом происходит одновременная активация трофики тканей, расширение сосудов мышечного типа и снижение мышечного тонуса. Напротив, механические колебания более высокой частоты (100-200 Гц) вызывают поток афферентной имлульсации в вышележащие отделы центральной нервной системы. Происходящая при этом активация сосудодвигательного центра приводит к повышению сосудистого тонуса, активации гипоталамо-гипофизарной системы и мобилизации адаптационно-приспособительных ресурсов организма.

Вибрация биологически активных зон *(пуннтурная вибротерапия)* вызывает выраженные реакции рефлекторно связанных с ними мышц и внутренних органов, которые развиваются на основе дермо-соматовисцеральных рефлексов. Повышается функциональная лабильность нервно-мышечных синапсов и проводимость нервных стволов.

Лечебные эффекты: *анальгетический, трофический, вазоактивный, тонизирующий.*

Показания. Заболевания и травмы опорно-двигательного аппарата (ушибы, разрывы связок, мышц, переломы конечностей после иммобилизации, контрактуры), заболевания и последствия травм центральной нервной системы (спастический и вялый параличи, церебральный атеросклероз, остаточные явления нарушения мозгового кровообращения), заболевания и травмы периферической нервной системы (невралгии, невриты, плекситы, радикулиты, соляриты), заболевания сердечно-сосудистой системы (постинфарктный кардиосклероз, нейроциркуляторные дистонии всех типов, утомление, нарушение сна.

Противопоказания. Травмы и заболевания опорно-двигательного аппарата в острый период, болезнь Рейно, вибрационная болезнь, эндартериит и атеросклероз сосудов нижних конечностей, остеопороз, тромбофлебит, лимфостаз, нарушения целостности кожного покрова, трофические язвы и пролежни в зоне воздействия.

Параметры. Частотный диапазон используемой вибрации составляет 10-250 Гц. Амплитуда создаваемых насадками-вибратодами виброперемещений составляет от 0,01-0,5 до 5-7 мм. Тип и размерь! насадки выбирают в соответствии с топографией области вибровоздействия, а частоту - с учетом глубины ее залегания в поверхностных тканях. Низкочастотную вибрацию применяют для воздействия на поверхностные нервные окончания кожи (тельца Мейснера, свободные нервные окончания), а высокочастотную - на глубокорасположенные тельца Пачини.

В лечебной практике применяют аппараты различных конструкций - портативный аппарат для местного вибромассажа Вибромассаж, Чародей, электромассажер Тонус-3, вибрационный прибор ВМП-1, прибор электромассажный ПЭМ-1. За рубежом выпускают аппараты Medex 3D и другие. Все они имеют набор насадок-вибраторов различной формы и площади, изготовленных из материалов с различной твердостью. Для воздей-

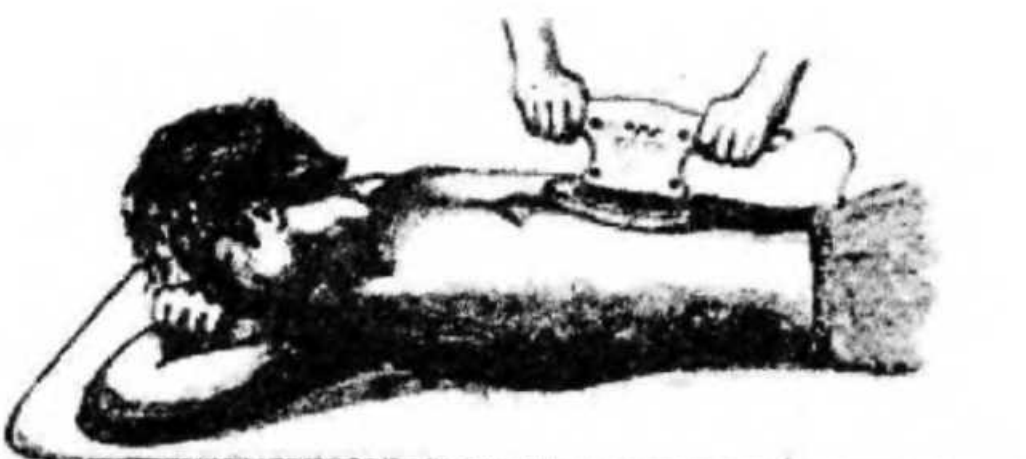


Рис. 85. Вибротерапия поясничного отдела позвоночника.

ствия на биологически активные точки применяют резиновые игольчатые вибратоды.

Методика. Вибротерапию проводят по стабильной и лабильной методикам. В первом случае насадку вибратода фиксируют на одном участке области воздействия 3-5 с, а затем перемещают на другую область (рис. 85), во втором - постоянно перемещают. Вибратод во время процедуры соприкасается с кожей, без существенного надавливания на нее. Его медленно круговыми движениями перемещают по области воздействия.

Вибротерапию проводят по правилам массажа. Наряду со стабильным расположением вибратода, используют кругообразные, прямолинейные, спиралевидные движения. Их амплитуда зависит от топографии и площади зоны воздействия.

Вибротерапию сочетают с массажем и термотерапией *(термовибротерапия),* инфракрасным облучением *(инфравибротерапия).*

Дозирование лечебных процедур осуществляют по частоте вибрации, амплитуде виброперемещения и площади вибратора. Наряду с этим учитывают ощущение больным отчетливой глубокой безболезненной вибрации. Его единицей является пал (Pal) - логарифм отношения воздействующего виброперемещения к пороговому.

Продолжительность проводимых ежедневно или через день воздействий на одну зону не превышает 1-2 мин, а общая длительность процедуры составляет 12-15 мин. На курс лечения назначают 10-12 процедур. При необходимости повторный курс

вибротерапии назначают через 2-3 мес. При нарушениях сна вибротерапию проводят не позднее 2-3 часов до сна.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ТЕРАПИЯ

Ультразвуковая терапия - лечебное применение ультразвука.

Упругие колебания ультразвукового диапазона создают высокий градиент звукового давления - (10-150) 10^5 **Па·см$^{-1}$** и вызывают значительные сдвиговые напряжения в разных биологических тканях. Амплитуда колебательного смещения частиц тканей **($\cong 1{,}5 \cdot 10^{-8}$ м)** недостаточна для возбуждения механорецепторов кожи. Вместе с тем такие смещения способны изменить проводимость strech-каналов мембран различных клеток и вызвать микропотоки метаболитов в цитозоле и органоидах (микромассаж тканей). Возникающая деформация тканей приводит к повышению проницаемости плазмолеммы отдельных клеток и различных гистогематических барьеров. Активация мембранных энзимов и деполимеризации гиалуроновой кислоты способствуют уменьшению и рассасыванию отеков, снижению компрессии ноцицепторных нервных проводников в зоне воздействия. Существенное увеличение- колебательных смещений происходит при использовании *фокусированного ультразвука.* В фокальной области объемом 3-8 мм^3 оно достигает 5 мкм, что позволяет избирательно возбуждать биологически активные точки и зоны *(ультрафонопунктура).*

Наряду с деформацией биологических тканей, ультразвуковые колебания вызывают сложные физико-химические реакции в тканях. Они ускоряют перемещение биологических молекул в клетках, что увеличивает вероятность их участия в метаболических процессах. Этому же способствует разрыв слабых межмолекулярных связей, уменьшение вязкости цитозоля (тиксотропия), переход ионов и биологически активных соединений в свободное состояние. В последующем активируются механизмы неспецифической иммунологической резистентности организма за счет повышения связывания биологически активных веществ {кининов, гистамина) белками крови и расщепления их ферментами.

Активация ультразвуком лизосомальных ферментов макрофагов приводит к очищению воспалительного очага от клеточного детрита и патогенной микрофлоры в экссудативную

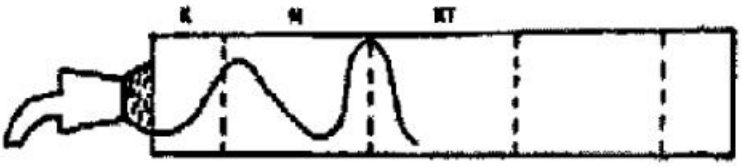


Рис. 86. Распределение поглощенной механической энергии в тканях организма при ультразвуковой терапии.
К - кожа, М- мышцы, КТ - костная ткань.

стадию. Наряду с этим, ультразвуковые волны ускоряют синтез коллагена фибробластами и образование грануляционной ткани в пролиферативную и репаративную стадии воспаления. Происходящее под действием ультразвуковых колебаний повышение энзиматической активности клеток и усиление их метаболизма стимулирует репаративную регенерацию тканей, ускоряет заживление ран и трофических язв. Образующиеся под действием ультразвуковых колебаний коллагеновые и эластиновые волокна формирующихся рубцов обладают повышенной (в 2 и более раз) прочностью и эластичностью по сравнению с неозвученной тканью. Вместе с тем следует помнить, что ультразвуковое озвучивание костей в пролиферативную стадию воспаления приводит к усилению роста хрящевой ткани и замедлению дифференцировки остеобластов. Перечисленные механические и физико-химические эффекты, возникающие в поле ультразвуковых волн, определяют нетепловое *(специфическое)* действие ультразвука.

При увеличении интенсивности ультразвука на границе неоднородных биологических сред образуются сильно затухающие сдвиговые (поперечные) волны и выделяется значительное количество тепла *(тепловое* действие ультразвука). Из-за значительного поглощения энергии ультразвуковых колебаний в тканях, содержащих молекулы с большими линейными размерами, происходит повышение температуры тканей на 1° С, причем наибольшее количество тепла выделяется не в толще однородных тканей, а на границах раздела тканей с различным акустическим импедансом - богатых коллагеном поверхностных слоях кожи, фасциях, связках, рубцах, синовиальных оболочках, суставных менисках и надкостнице (рис. 86). Слабое прогревание соединительной ткани повышает ее эластичность и расширяет диапазон физиологических напряжений за счет упорядочения ее структуры. Это приводит к увеличению амплитуды движений суставов в случае их контрактуры.

Нагревание тканей изменяет функциональные свойства термомеханочувствительных структур сухожилий и связок, способствует ослаблению фантомных болей и уменьшает мышечный спазм. Местное расширение сосудов микроциркуляторного русла приводит к увеличению объемного кровотока в слабоваскуляризированных тканях (в 2-3 раза), повышению степени их оксигенации и интенсивности метаболизма, что существенно ускоряет репаративную регенерацию в очаге воспаления.

Ультразвук повышает физиологическую лабильность нервных центров, периферических нервных проводников, устраняет спазм гладкомышечных элементов кожи и сосудов и парабиоз возбудимых тканей. Вследствие повышения проводимости афферентных нервных проводников активируется ретикулярная формация, гипоталамо-гипофизарная и лимбическая системы и высшие центры парасимпатической нервной системы. Происходящее при этом восстановление метаболизма катехоламинов усиливает адаптационно-трофические процессы в организме больного.

Ультразвуковые колебания повреждают клеточные оболочки микроорганизмов. Чувствительность к ультразвуку различных бактерий неодинакова - максимальная - у лептоспир, а наиболее устойчивы к нему стафилококки.

Лечебные эффекты: *противовоспалительный, анальгетический, спазмолитический, метаболический, дефиброзирующий, бактерицидный.*

Показания. Воспалительные и дегенеративнб-дистрофические заболевания суставов с выраженным болевым синдромом (артрит, артроз, ревматоидный артрит, остеохондроз, периартрит, эпикондилит), последствия травм и повреждений костно-мышечной системы (контрактура, тендовагинит и др.), воспалительные заболевания периферических нервов (невриты и невралгии, радикулиты), заболевания органов дыхания (бронхит, плеврит, туберкулез легких), пищеварения (язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, дискинезия желчевыводящих путей), мочеполовой системы (сальпингоофорит, аднексит, эрозии шейки матки, простатит), заболевания ЛОР-органов, глаз, слизистых полости рта, склеродермия, трофические язвы.

Противопоказания. Ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения III ФК, гипотония, вегето-сосудистые дисфункции, беременность в ранние сроки (при облучении нижней трети живота), тромбофлебит.

Параметры. Для проведения процедур используют ультразвуковые механические колебания частотой 22-44 кГц, 880 кГц и 2640 кГц, генерируемые в непрерывном режиме. Для импульсной ультразвуковой терапии используют серии низкочастотных импульсов с частотами заполнения 1 и 3 МГц длительностью 0,5, 1, 2, 4 и 10 мс и частотой следования импульсов 16, 48, 50 и 100 **имп·с$^{-1}$.** Наиболее часто используемые режимы "сигнал:пауза" (мс) - 0,5:9,5; 1:9; 2:2 и 2:8. Импульсные режимы используют преимущественно для достижения нетепловых эффектов. Соотношение нетеплового и теплового компонентов лечебного действия ультразвуковых колебаний определяется по интенсивности излучения или режиму (непрерывному или импульсному) воздействия.

Интенсивность генерируемых ультразвуковых колебаний в непрерывном режиме составляет 0,05 - 2,0 Втсм^2, в импульсном - 0,1-3,0 Втсм"^{2}. Эффективная площадь излучения составляет 0,7-5,4 см^2.

Для проведения лечебного воздействия широко используют ультразвуковые терапевтические (УЗТ) *аппараты.* Первая из следующих за аббревиатурой цифра указывает на округленную частоту генерируемых колебаний (1 МГц-880 кГц, 3 МГц-2640 кГц), а последняя буква - область лрименения (Ф общетерапевтический, С-стоматологический, У-урологический, О-офтальмологический, Г-гинекологический). К ним прилагают не менее двух комплектов излучателей для ультразвуковой терапии различного диаметра (ИУТ). Применяют также аппараты, генерирующие ультразвуковые колебания двух частот - УЗТ-13 Гамма с различными индексами (по областям применения).

В лечебной практике используют также аппараты низкочастотного ультразвука **УЗНТ-22/44** Барвинок Г, Гинетон-1, Гинетон-2 (гинекологический), Барвинок У (урологический), Проктон-1 (проктологический), а также Тонзиллор (отоларингологический).

За рубежом выпускают аппараты преимущественно импульсной ультразвуковой терапии Sonostat, Sonopuls, Nemectroson, Sonotur, ECO, ECOSCAN, US-3, US-7P.

Методика. При проведении процедур ультразвуковой терапии используют стабильную и лабильную методики. В первом случае излучатель фиксируют в одном положении, а во втором непрерывно перемещают в зоне воздействия (рис. 87).

Вследствие механической неоднородности тканей и возможного формирования "стоячих" волн стабильное озвучивание



Рис. 87. Ультразвуковая терапия плечевого сустава.

тканей может привести к их локальному перегреву. Кроме того, озвучивание тканей в ближней зоне ультразвукового излучателя неизбежно приводит к формированию резких максимумов интенсивности, в области расположения которых больной может получить высокую дозу поглощенной энергии. Исходя из этого, предпочтительнее применять лабильную методику.

Из-за сильного затухания ультразвуковых колебаний воздействие осуществляют через водную или масляную *контактную среду.* Для этого обычно используют вазелиновое и растительные масла или гели. После нанесения контактной среды головку излучателя устанавливают з проекции пораженного органа и плавно перемещают круговыми движениями малого радиуса без отрыва от кожи (см. рис. 87). При ультразвуковом воздействии на части тела сложных конфигураций (суставы стопы и кисти) озвучивание проводят в ванночке с водой (рис. 88) или через резиновый мешок с водой. Одна его поверхность принимает форму облучаемого участка, а вторая контактирует с излучателем.

Ультразвуковую терапию сочетают с электрофорезом *(электрофонофорез),* диадинамотерапией *(фонодиадинамофорвз),* амплипульстерапией *(фоноамплипульсфорез),* различными видами магнитотерапии *(магнитофонофорез),* и вакуум-массажем *(вакуумфонотерапия).*

Дозирование лечебных воздействий ультразвуком проводят по плотности потока энергии (интенсивности). Ее пороговая величина при различных методиках не превышает 2 $Вт \cdot см^{-2}$. Врачу необходимо, однако, помнить, что нижняя граница теплового

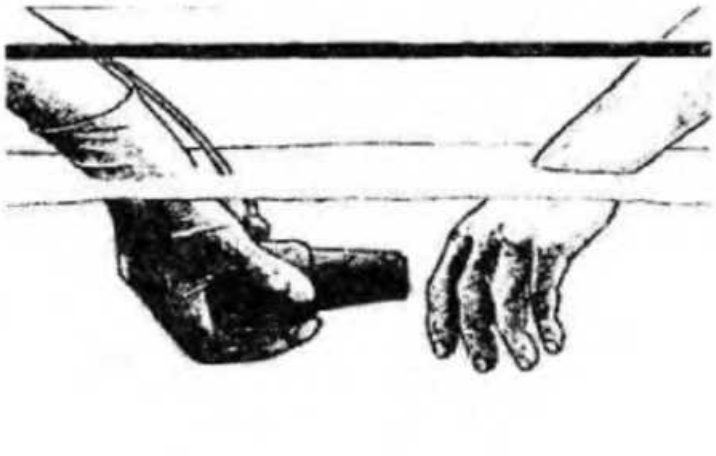


Рис. 88. Ультразвуковая терапия суставов кисти.

действия ультразвука составляет 0,4-0,5 $Вт \cdot см^{-2}$ для непрерывных и 0,8 $Вт \cdot см^{-2}$ - для импульсных ультразвуковых колебаний.

Продолжительность ежедневно проводимых процедур составляет 10-15 мин, курс-8-12 процедур. При необходимости повторный курс ультразвуковой терапии назначают через 2-3 мес.

ЛЕКАРСТВЕННЫЙ УЛЬТРАФОНОФОРЕЗ

Лекарственный ультрафонофорез - сочетанное воздействие на организм ультразвуковых колебаний и вводимых с их помощью лекарственных веществ.

Феномен колебательного смещения дисперсных частиц относительно жидкой фазы в ультразвуковом поле называется *ультрафонофорезом.* Если на пути лекарственного вещества находятся биологические ткани, то его частицы будут проникать вглубь них и оказывать лечебное воздействие. Вызываемое ультразвуком повышение проницаемости кожи и других гистогематических барьеров создает благоприятные условия для проникновения через них молекул лекарственных веществ. При использовании данного метода к перечисленным выше механизмам биологического действия ультразвуковых колебаний добавляются лечебные эффекты конкретного лекарственного вещества. За счет значительного радиационного давления ультразвука (достигающего 10 Па) молекулы лекарственных веществ приобретают большую подвижность и реакционную способность. Это существенно увеличивает количество лекарственного вещества, поступающего в организм, и эффективность его терапев-

тического действия, которая зависит также и от области его введения (через слизистые оболочки поступают больше, чем через кожу).

Форетическая активность частиц лекарственных веществ зависит как от их структуры, так и от степени дисперсности, определяемой преимущественно линейными размерами молекул и природой растворителя, С усложнением структуры лекарственного вещества его форетическая подвижность существенно уменьшается. Она максимальна при использовании 5-10% растворов. Наибольшей подвижностью в ультразвуковом поле обладают лекарственные вещества, растворенные в водных растворах. Для веществ, плохо растворимых в воде, в качестве растворителя используют 25% водный раствор диметилсульфоксида (ДМСО).

Количество вводимого в организм лекарственного вещества составляет 1-3% от нанесенного на поверхность кожи. Оно зависит от частоты ультразвуковых колебаний - чем она меньше, тем больше амплитуда индуцируемых колебательных смещений частиц лекарственного вещества. Поэтому на частоте 880 кГц количество форетируемого вещества больше, чем при 2640 кГц. Кроме зависимости от частоты оно возрастает с увеличением интенсивности ультразвуковых колебаний до 0,8 $Вт \cdot см^{-2}$ (а затем снижается) и продолжительности воздействия. При непрерывном режиме оно также больше, чем при импульсном, а при лабильной методике выше, чем при стабильной. Количество форетируемого вещества прямо пропорционально продолжительности воздействия.

Форетируемые в ультразвуковом поле лекарственные препараты проникают в эпидермис и верхние слои дермы через выводные протоки сальных желез. В силу выраженной липофильности они достаточно легко диффундируют в интерстиций и проходят через поры эндотелия кровеносных и лимфатических сосудов. В кровь они начинают поступать через 1 час после процедуры, достигают максимальной концентрации через 12 час и находятся в тканях в течение 2-3 сут. Следовательно, в отличие от электрофореза, при ультрафонофорезе количество лекарственных веществ, накапливающихся в кожном депо, меньше, и действуют они в течение относительно короткого времени, что не позволяет создавать значительных концентраций в зоне поражения или патологического очага.

Количество введенного при помощи ультразвуковых волн лекарственного вещества не превышает 3-4% от применяемого

при проведении процедуры и значимо не увеличивается при повышении их концентрации в растворе свыше 5% и интенсивности больше 1 $Вт \cdot см^{-2}$. Наибольшей форетической активностью обладают ультразвуковые колебания меньшей частоты

Ультразвуковые колебания значимо влияют на фармакокинетику и фармакодинамику форетируемых лекарственных веществ. В результате сочетанного действия потенцируются лечебные эффекты сосудорасширяющих, противовоспалительных и рассасывающих веществ, местных анестетиков, антибиотиков, иммунодепрессантов и антикоагулянтов, а также ослабляются их побочные эффекты. Вместе с тем, ультразвуковые колебания кнактивируют молекулы некоторых лекарственных веществ (атропин, барбитураты, витамины группы В, кодеин, кофеин, морфин, новокаин, платифиллина гидротартрат, полимиксина сульфат, производные пираэолона, хинин, эфедрин и др.), что существенно снижает их фармакологическую активность. Ультразвуковое поле существенно не ускоряет диффузию аскорбиновой кислоты и тиамина.

Лечебные эффекты: *потенцированные эффекты ультразвуковой терапии и специфические эффекты вводимого ультразвуком лекарственного вещества.*

Показания. Определяются с учетом фармакологических эффектов вводимого лекарственного вещества и показаний для ультразвуковой терапии.

Противопоказания. Помимо противопоказаний для ультразвуковой терапии, к ним относятся аллергические реакции на вводимые лекарственные препараты.

Параметры. Для проведения процедур применяют механические колебания, параметры которых определяются величинами, используемыми для ультразвуковой терапии. Сведения о применяемых лекарственных препаратах приведены в табл. 14.

Для проведения процедур ультрафонофареза используют *аппараты* для ультразвуковой терапии (см. *Ультразвуковая терапия).*

Методика. Процедуры проводят двумя основными способами: *контактным* и *дистантным.* В первом случае на зону воздействия наносят лекарственные вещества в виде растворов, суспензий и мазей, а затем неподвижно устанавливают излучатель *(стабильная методика)* или перемещают его без отрыва от поверхности кожи *(лабильная методика)* (см. рис. 87). При использовании растворов лекарственных веществ их наносят пипеткой и втирают в кожу, затем покрывают ее вазелиновым маслом и производят озвучивание. Эффективность такого способа ультрафонофореза повышается после предварительной

Таблица 14

Лекарственные вещества и контактные среды применяемые для ультрафонофореза

Вводимое лекарственное вещество и область применения	Состав и форма контактной среды (смеси) для ультрафонофореза
Алоэ	Экстракт алоэ жидкий (водный экстракт 1:3) наносят на кожу и покрывают слоем вазелинового или растительного масла
Анальгин	Смесь из равных частей анальгина, вазелина, ланолина и дистиллированной воды. 10% мазь (30 г анальгина, по 150 г ланолина и вазелина)
Анестезин	5-10% анестезиновая мазь
Апрессин	2% мазь (на ланолиновой основе)
Баралгин (неврология)	2-2,5 мл ампульного раствора баралгина втирают в кожу и покрывают глицерином
Ганглерон	Смесь 0,25% раствора ганглерона с вазелином и ланолином
Гепарин (хирургия)	Официнальная гепариновая мазь (2500 ЕД, 1 г анестезина, 0,02 г бензилового эфира никотиновой кислоты, ланолина - до 25 г Водный раствор гепарина (5000-10000 ЕД) наносят на кожу и покрывают слоем вазелинового или растительного масла)
Гидрокортизон	1% гидрокортизоновая мазь Эмульсия, состоящая из 5 мл суспензии гидрокортизона, вазелина и ланолина по 25 г
ДибуноЛ (стоматология)	10% раствор дибунола в подсолнечном масле
Индоксуридин (офтальмология)	0,1% водный раствор индоксуридина используют в виде инстилляций
Интерферон	1 ампулу сухого вещества интерферона растворяют в 2 мл воды (ультрафонофорез проводят при помощи ванночки-векорасширителя) или мазь с биологической активностью интерферона 1000 ЕД на 1 г основы (безводный ланолин с персиковым маслом)
Йод (стоматология)	2% спиртовой раствор йода
Кальция хлорид (стоматология)	10% раствор хлорида кальция вводят в полость рта вместе с ультразвуковым излучателем
Компламин (ксантинола никотинат) (неврология)	Эмульсия: 5 мл ампульного раствора компламина, 5 г ланолина и 90 г вазелина 2 мл ампульного раствора компламина наносят на кожу и покрывают вазелиновым или растительным маслом
Кортан	Смесь: 20 мл эмульсии гидрокортизона, 25 мл 50% водного раствора анальгина, 45 г ланолина и 10 г вазелина
Лидаза	64 ПЕ растворяют в 1 мл 1% раствора новокаина и наносят на зону воздействия и покрывают вазелиновым или растительным маслом

Продолжение табл. 14.

Локакортен (флуметазон пивалат)	На зону воздействия наносят 0,3-0,5 г мази и добавляют 1-2 капли растительного масла
Обзидан (неврология, терапия)	0,1% раствор обзидана наносят на кожу и покрывают слоем вазелинового или растительного масла
Оксипрогестерон (урология)	2 мл 12,5% масляной эмульсии вводят в предварительно опорожненную прямую кишку и озвучивают зону проекции предстательной железы
Папаин (офтальмология)	1-2 мг раствора папаина в 1 мл изотонического раствора натрия хлорида с pH=7,0
Пелан (неврология)	10 г анальгина растворяют в 40 мл фильтрата грязевого раствора и смешивают с 40 г безводного ланолина и 10 г вазелина
Преднизолон (дерматология)	0,5% мазь
Трибенол (стоматология)	2% раствор ампульного трибенола (0,4 г)
Трилон Б (неврология)	Мазь 5 г трилона Б и по 25 г вазелина и ланолина
Хлорофиллипт (офтальмология)	1-2% масляный раствор
Эуфиллин (неврология)	Смесь 1,5 г эуфиллина, 20 г дистиллированной воды, по 15 г вазелина и ланолина

механической или химической обработки поверхности кожи в области воздействия: дегидратация смесью эфира и спирта, нагревание горячей водой или диадинамотерапия (током ДВ).

Во втором случае ультрафонофорез проводят в ванночке с раствором лекарственного вещества в дегазированной воде при температуре 35-36° С (см рис. 88). Излучатель перемещают малыми круговыми движениями на расстоянии 1-2 см от поверхности кожи. Такой способ предпочтительнее применять для воздействия на обширную неоднородную поверхность. В офтальмологии и стоматологии вместо ванночек применяют различные воронки и насадки.

Для введения лекарственных веществ в биологически активные зоны *(микроультрафонофорез)* на рабочую поверхность излучателя наносят лекарственный препарат на мазевой основе, а затем контактно располагают его в кожной проекции точек. Продолжительность воздействия на каждую из них не более 5 минут.

Лекарственный ультрафонофорез сочетают с электрофорезом *(улыпрафоноэлектрофорез),* диадинамотерапией *{ультрадиадинамофорез)*

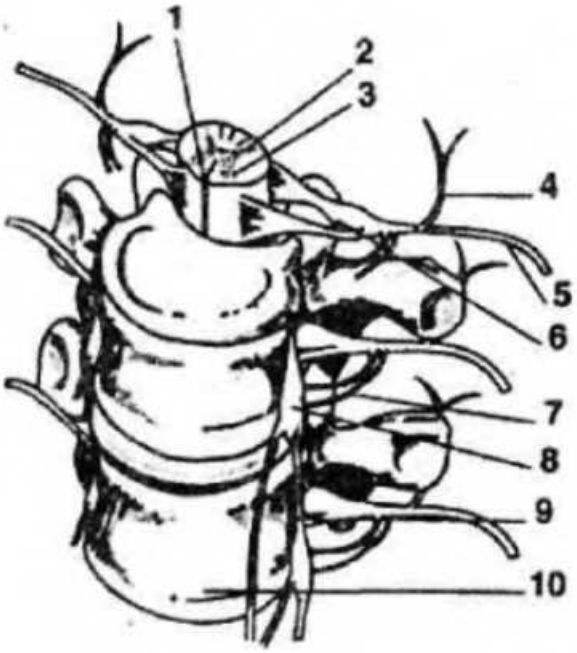


Рис. 89. Схема позвоночного двигательного сегмента.
1 - передняя щель; 2 - задние рога; 3 - передние рога; 4 - дорсальные ветви; 5 - спинномозговой нерв; 6 - спинномозговой ганглий; 7 - соединительные ветви; 8 - симпатический ганглий; 9 - симпатический ствол; 10 - тело позвонка.

Дозирование количества вводимого лекарственного вещества осуществляют с учетом количества используемого препарата и его форетической подвижности в ульразвуковом поле. Подводимые к больному ультразвуковые колебания дозируют по интенсивности (см. *Ультразвуковая терапия).*

МАНУАЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ

Мануальная терапия - дозированное механическое воздействие на блокированные суставы при помощи специальных приемов, выполняемых врачом.

При помощи данного метода чаще всего восстанавливают подвижность отдельных позвоночных двигательных сегментов (ПДС) - анатомического комплекса двух соседних позвонков, разделяющего их межпозвоночного диска и двух дугоотросчатых суставов, а также продольной и короткой связок (рис. 89). Она нарушается вследствие изменения взаиморасположения внутрисуставных соединительнотканных элементов, ущемления менискоидов (краевых отростков синовиальной оболочки), повреждений фиброзного кольца и дисторсий расположенного внутри наго студенистого ядра. Наряду с ПДС, этим методом восстанавливают подвижность других крупных суставов.

За счет направленных движений, выполняемых в определенном положении больного, возникают кратковременные механические напряжения в суставах. Они приводят к восстановлению подвижности ПДС и других суставов в полном объеме. Такие дозированные механические усилия приводят к расслаблению околосуставных мышц, уменьшают или ликвидируют ущемление менискоидов. Декомпрессия афферентных ноцицептивных проводников в зоне воздействия способствует восстановлению проводимости системы спинального торможения, вызванной блокадой ПДС. Разрыв "порочного круга" рефлекторной околосу-

ставной миофиксации (см. рис. 23) приводит к восстановлению подвижности позвоночника как единой структурно-функциональной системы. Снижение повышенного мышечного напряжения, являющегося реакцией всего организма на блок ПДС, приводит к уменьшению спазма мышц спины и ликвидирует анормальную защитную позу.

Мануальная терапия усиливает сниженный объемный кровоток в тканях и интенсивность их метаболизма, восстанавливает микроокружение свободных нервных окончаний суставов и связок, играющих кардинальную роль в формировании суставной боли, и уменьшает их ноцицептивную чувствительность, что существенно уменьшает болевые ощущения пациента.

Наряду с выполняемыми врачами специальными приемами в лечебной практике используют пассивные и активные вытяжения позвоночника при помощи специальных приспособлений - блоков, колец и поясов *(тракционная терапия).*

Лечебные эффекты: *анальгетический, вертеброкоррегирующий, спазмолитический, миостимулирующий, метаболический..*

Показания. Заболевания и повреждения с функциональными блокадами пояснмчно-двмгательных сегментов: мигрень, вертеброцефалгия, радикулоневрит, деформации позвоночника неврогенного характера, габитуальным сколиоз, дорсалгия, острый корешковый синдром, хроническая люмбалгия, дегенеративные изменения в задних межпозвоночных суставах и связках, сколиоз, торакалгия, цервикалгия, вторичные вертебровисцералгии (синдром позвоночной артерии, синдром Меньера, вторичная вертеброкардиалгия и др.), коксартроз.

Противопоказания. Травматические повреждения позвоночника, опухоли спинного мозга, остеомиелит, остеопороз, переломы и вывихи суставов, острая люмбалгия, гипермобильность пояснично-двигательных сегментов, радикулоневрит с выраженными синдромом натяжения и менингеальными симптомами, спондилолистез III степени, выраженный остеопороз, грыжа межпозвонкового диска, остеохондроз позвоночника.

Параметры. Продолжительность отдельных приемов мануальной терапии достигает 10 с перерывами 1-2 мин. Количество таких приемов определяется числом блоков ПДС и областью лечебного воздействия.

Методика. Процедуры мануальной терапии проводит специально обученный врач. При лечебном воздействии необходимо учитывать строение позвоночника и его двигательных сегментов (см рис. 89). Для выявления функциональных блокад ПДС перед процедурой проводят *мануальное исследование.* Оно включает, наряду с анамнезом, осмотром и пальпацией мягких тканей, специальные приемы определения подвижности ПДС.

Исходя из данных мануального исследования переходят к мануальной терапии, которую производят по определенным правилам. Основу мануальной терапии составляет комплекс *приемов* механической .стимуляции тканей.

Мобилизация Представляет собой серию ритмически повторяющихся колебательных движений разной амплитуды, не превышающих возможной пассивной подвижности данного сустава. Мобилизацию производят единовременно в течение 10-20 с. Наряду с пассивным движением применяют и другие виды мобилизации: *тракцию, давление, постизометрическую релаксацию, аутомобилизацию.*



Рис. 90. Тракционный толчок.

Манипуляция. Основной прием мануальной терапии. Включает в себя быстрое ненасильственное движение (толчок или тракционный толчок) в направлении максимального напряжения сустава (рис. 90). Для его выполнения применяют минимально необходимое усилие к фиксированному суставу.

Наряду с отдельными приемами мануальной терапии часто используют их комбинацию. Техника выполнения приемов изложена в специальных руководствах.

Мануальную терапию сочетают с массажем, лечебной физической культурой и гидротерапией *(подводное вытяжение позвоночника).* Ее также проводят при помощи специальной установки для вытяжения позвоночника *(тракционной системы).* Продолжительность проводимых через два-три дня процедур мануальной терапии -15-20 мин. Курс лечения включает 1 - 3 процедуры.

АКУПУНКТУРА

Акупунктура (от лат. acus - игла, punctio - колоть) - лечебное воздействие на биологически активныеточки при помощи металлических игл.

Применяемые в данном методе иглы оказывают воздействие на **биологически активные точки** (БАТ). По современным представлениям, такие точки являются морфофункционально обособленными участками, расположенными в подкожной жировой клетчатке. Они содержат рыхлую соединительную ткань и тесно связаны с подлежащими нервными проводниками. В этой области чаще встречаются крупные мастоциты (лаброциты), эпидермальные макрофаги (клетки Лангерганса) и фиброциты, а также преобладают механо-болевые афференты кожи. Всего описано около 1500 биологически активных точек, но в лечебной практике чаще всего используют 150.

В силу выраженных нейро-рефлекторных связей каждой точки с определенными органами и системами организма, при их механическом раздражении возникают многообразные местные, сегментарно-метамерные и генерализо-

ванные реакции. Конвергенция восходящих афферентных потоков на различных уровнях вышележащих отделов центральной нервной системы определяет участие в формировании таких реакций висцерального и вегетативного отделов нервной системы, гипоталямо-гипофизарной и лимбической систем, а также эндогенной системы модуляции боли. Вследствие этого акупунктура оказывает выраженное нейроадаптивное действие на системы регуляции гомеостазиса. Стимуляция БАТ восстанавливает динамическое равновесие между процессами возбуждения и торможения в структурах головного мозга и может быть эффективно использована для коррекции функционального состояния больного.

Механизмы реализации конкретных эффектов механического раздражения БАТ нуждаются в строгом научном анализе на основе корректной экстраполяции традиционных представлений китайской медицины (чжень-терапии) и современных концепций нейрофизиологии. Полученные к настоящему времени экспериментальные данные свидетельствуют в пользу реализации лечебных эффектов акупункутры посредством нейрогуморальных механизмов. При этом механическая стимуляция БАТ формирует наиболее выраженную реакцию внутренних органов в пределах стимулируемого метамера, имеющего общую сегментарную иннервацию.

Акупунктурные иглы, введенные в БАТ, возбуждают толстые иизкопороговые **Аβ**-афференты кожи, вызывающие (по теории "воротного блока") пресинаптическое торможение импульсной активности в ноцицептивных **Аδ**- и С-афферентах кожи, а также постсмнаптическое торможение активности вставочных нейронов V пластины задних рогов спинного мозга (см. рис. 22). В результате существенно уменьшается поток афферентной импульсации из болевых очагов в спиноталамическую систему и увеличивается из областей расположения БАТ. Восходящие импульсные потоки вызывают активацию преимущественно опиоидергической нвйротрасмиттерной системы головного мозга, а также серотонин- и адренергическую системы ствола головного мозга, при помощи которых осуществляется центральная анальгезия. При этом в ликворе нарастает содержание мет-энкефалина, а при длительном воздействии - **β**-эндорфина, вызывающего более выраженную анальгезию, и неопиоидных нейропептидов гипоталямо-гипофизарного комплекса, активирующих метаболизм различных тканей организма. В настоящее время продуктивно развиваются представления об "информационной" природе акупунктуры.

Лечебные эффекты; *анальгетический, спазмолитический, вазоактивный, нейроадаптивный.*

Показания. Заболевания системы кровообращения (нейроциркуляторная дистония по гипертоническому типу, гипертоническая болезнь ! и II стадии ишемическая болезнь сердца с умеренными нарушениями сердечного ритма, атеросклероз, болезнь Рейно, облитерирующий атеросклероз), органов дыхания (хронический ринит, фарингит, синусит, ларингит, бронхиальная астма смешанной формы, хронический бронхит, аллергическая и нейровегетативная риносинусопатия), болезни органов пищеварения (функциональные расстройства желудка, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, гастроэнтерит и колит неинфекционной этиологии, хронический некалькулезмый холецистит, дискинезия желчных путей, функциональная диарея), хронический цистит, вегето-сосудистые дисфункции, остеохондроз позвоночника и другие заболевания нервной системы с болевым синдромом (невралгии, иейромиозиты, радикулоневриты вне стадии обострения), тиреотоксикоз, сахарный диабет, хронический панкреатит.



Рис. 91. Акупунктура области предплечья.

Противопоказания. Острые воспалительные заболевания и повреждения опорно-двигательного аппарата, острые и хронические инфекционные заболевания, инфаркт миокарда, активный ревматизм, декомпенсированные пороки сердца, пневмосклероз с наклонностью к легочному кровотечению.

Параметры. Количество БАТ, подвергаемых механическому воздействию, составляет от 2-3 до 4-6, а в некоторых случаях - до 10. В настоящее время для акупунктуры применяют стальные, золотые, платиновые, серебряные и другие *иглы*. Длина их составляет 10-150 мм, диаметр 0,1-0,5 мм. Размеры и форма акупунктурных игл определяется их назначением. Чаще всего они заканчиваются закругленным конусом. Для акупунктуры ушной раковины *(аурикулопунктура)* используют микроиглы и микрокнопки, состоящие из кольцевидно изогнутой рукоятки и стержня длиной 1-15 мм.

Методика. Введение игл в БАТ проводит врач с использованием различных приемов (рис. 91) и методов воздействия (тормозного или возбуждающего). В основе выбора и сочетания БАТ лежат принципы биоритмологии, традиционной восточной медицины и сегментарно-метамерной иннервации биологически активных точек и внутренних органов (меридианный и сегментарно-метамерный). Топографию БАТ определяют при помощи специальных условных линий, соединяющих зоны их кожных проекций (меридианов), а также расстояний от различных анатомически выраженных образований, определяемых по индивидуальным пропорциональным мерным отрезкам (цуням). Параметры акупунктуры врач подбирает на основании результатов диагностики состояния БАТ. Методы акупунктуры различных заболеваний существенно отличаются друг от друга. Они подробно изложены в специальных руководствах.

Кроме акупунктурных игл, на БАТ воздействуют постоянным и импульсным токами *(электроакупунктура)*, СВЧ- и КВЧ-излучением *(микроволновая пунктура)*, фокусированным ультразвуком (ультрафонопунктура), термическими стимулами (термопунктура или *цзю-терапия)*. На область кожной проекции точек воздействуют пучком коротких игл *(многоигольчатая акупунктура* или мей-хуа-чжень), электрическим током *(электропунктура)*, постоянным магнитным полем *(магнитопунктура)*, лазерным излучением

(лазеропунктура), Холодовым стимулом *(криопунктура)*, надавливанием *(акупрессура)*, вибрацией *(вибропунктура)*, вакуумом *(вакуум-пунктура)*, струей воздуха или воды *(флюидопунктура)* и металлическими шариками *(цубо-терапия)*.

Дозирование процедур акупунктуры осуществляют по количеству используемых точек и продолжительности воздействия. Помимо объективных показателей, учитывают субъективные *(предусмотренные)* ощущения больным распирания, ломоты и иррадиации по ходу нервно-сосудистых пучков.

В зависимости от выбранного метода воздействия продолжительность однократного воздействия на одну точку импульсными токами составляет от 30 с до 40 мин. Длительность курса не превышает 8-10 процедур. Повторные воздействия на БАТ можно проводить через 3 недели-1 месяц.

Рекомендуемая литература

Акупунктура. Энциклопедия. - Киев, 1995.

Белая Н.А. Руководство по лечебному массажу. М.: Медицина, 1983.

Вврбов А.Ф. Основы лечебного массажа. М.:Медицина, 1966.

Дубровский В.И., Дубровский Н.М. Практическое пособие по массажу. - М., 1993.

Качан А.Г., Игнатов Ю.Д., Зайцев А.А. Акупунктурная анальгезия. Л.: Медицина, 1987.

Креймер А.Я. Руководство по аппаратному массажу. - Томск., 1994.

Массаж /Под. ред. Й.Кордеса и др. - М., 1983.

Левит К., Захсе Й., Янда В. Мануальная медицина. Пер. с нем. М.:Медицина, 1993.

Тыкочинская Э.Д. Основы рефлексотерапии. - Л.: Медицина, 1979.

Улащик В.С., Чиркин А.А Ультразвуковая терапия. Мн.: Беларусь, 1983.

Улащик В.С. Новые методы и методики физической терапии. Мн.: Беларусь, 1986.

ГЛАВА 9

БАРОТЕРАПИЯ

Баротерапия* (греч. βαρος- тяжесть) - лечебное применение воздушной газовой среды и ее компонентов, находящихся под различным давлением. В зависимости от его величины и состава газов, выделяют различные методы баротерапии.

ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗДУХА РАЗЛИЧНОГО АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Локальная баротерапия

Локальная баротерапия - лечебное воздействие сжатым или разреженным воздухом на ткани больного. Локальное (местное) воздействие воздухом с давлением ниже атмосферного называют *вакуумным массажем* (лат. vacuum - пустота).

Уменьшение давления на ограниченном участке кожи существенно изменяет нормальное соотношение градиентов гидростатического и онкотического давлений в подлежащих кровеносных и лимфатических сосудах. Увеличение их разности приводит к нарастанию конвекционного потока жидкости и двустороннего обмена веществ в зоне микроциркуляции. Повышается концентрационный градиент кислорода и диоксида углерода, что приводит к нарастанию скорости их траснкапиллярной диффузии. Указанные процессы повышают обмен веществ и интенсивности их метаболизма на участке воздействия.

При местном уменьшении барометрического давления (отрицательном давлении) существенно увеличивается прони-

цаемость фенестрированного эндотелия поверхностного сосудистого сплетения дермы, вплоть до разрыва стенок подлежащих капилляров. Вследствие этого на коже возникают точечные кровоизлияния (петехии) и нарастает количество выходящих в интерстиций нейтрофилов и патрулирующих лимфоцитов, ферменты которых утилизируют продукты воспаления клеток и стимулируют процессы репаративной регенерации. Продукты лизиса эритроцитов стимулируют местный иммунитет и активируют процессы гемопоэза. За счет увеличения фильтрации жидкости через стенку лимфатического капилляра происходит дренирование межклеточных пространств и уменьшение отека тканей. Наконец, снижение компрессии нервных проводников кожи в зоне воспаления приводит к восстановлению тактильной и болевой чувствительности. Вследствие возникающих кожно-висцеральных рефлексов изменяется кровоснабжение внутренних органов, сегментарно связанных с данным метамером области воздействия, усиливается перистальтика кишечника.

Наряду с изменениями транскапиллярного обмена веществ между кровью и тканями, вакуум-компрессия в области воздействия приводит к снижению активного сосудистого тонуса артериол и их гемодинамического сопротивления. Возникающее вследствие этого увеличение объемной скорости кровотока в зоне микроциркуляции и нарастание количества активно функционирующих артериовенозных анастамозов ("сосудистых кранов") существенно перераспределяет количество циркулирующей крови между скелетными мышцами и кожей в области воздействия. Наряду с этим, в зависимости от исходного состояния изменяются параметры системной гемодинамики. Так, вакуум-декомпрессия нижних конечностей вызывает тахикардию и гипотонию, наряду с повышением кровяного давления в легочной вене.

При увеличении барометрического давления *(вакуум-компрессия)* снижается градиент гидростатического давления и происходит уменьшение фильтрации жидкости и транспорта газов через стенку эндотелия. Вследствие этого создаются благоприятные условия для утилизации кислорода клетками эндотелия и прилежащими тканями, уменьшается селективная проницаемость эндотелия для крупных белковых молекул. Увеличение напряжения кислорода в окружающем воздухе изменяет кинетику насыщения им поверхностных слоев кожи и стимулирует репаративные процессы заживления ран и трофических язв.

Сочетание периодов локального повышения и понижения барометрического давления *(импульсная баротерапия)* способствует улучшению тонуса сосудов мышечного типа и селективной проницаемости капилляров. Это приводит к увеличению скорости транскапиллярного обмена веществ и конвекционного потока жидкости между кровью и интерстицием и улучшению кровоснабжения скелетных мышц и эндотелия артерий эластического типа и вен.

Лечебные эффекты: *противовоспалительный, метаболический, спазмолитический, вазоактивный.*

Показания. Остеохондроз шейно-грудного и поясничнокрестцового отделов позвоночника, невралгия, миальгия, атония кишечника, трофические язвы и повреждения кожи, хронические пневмонии, атонический колит, пиелонефрит, простатит.

Противопоказания. Острые воспалительные заболевания кожи и подкожной клетчатки (пиодермия, фурункулез, абсцесс), тромбофлебит поверхностных и глубоких вен нижних конечностей, флеботромбоз, слоновость, варикозная болезнь, хроническая венозная недостаточность, ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь II стадии, реконструктивные операции на сосудах.

Параметры. Для проведения процедур вакуум-декомпрессии используют *медицинские банки* - круглые стеклянные чашечки с утолщенными краями. Разрежение воздуха в них производят быстрым нагреванием воздуха. Перепад атмосферного давления в медицинских банках или вакуум-аппликаторах (объемом 30-70 $см^3$) достигает 53,3-61,3 кПа (400-460 мм рт.ст.). Количество одновременно применяемых банок или вакуум-аппликаторов составляет от 2 до 10.

Кроме банок, в клинике применяют *вакуум-аппликаторы,* соединенные воздухопроводами с отечественными аппаратами Траксатор, Алодек-4М и зарубежными - Vacotron и AU-7A. Пониженное и повышенное атмосферное давление (вакуум-компрессию) в цилиндрической камере создают при помощи аппаратов Алодек-4А, АПКУ и барокамеры Кравченко. За рубежом для этой цели применяют аппараты Vasotrain, Endovac и другие. Воздушный насос, установленный в аппаратах вакуум-компрессии, создает переменное давление в барокамере: минимальное 21,3 кПа, максимальное - 113,3 кПа. Период чередования вакуума и компрессии составляет 4 - 9 мин. Температура воздуха в камере должна составлять 35-40° С.

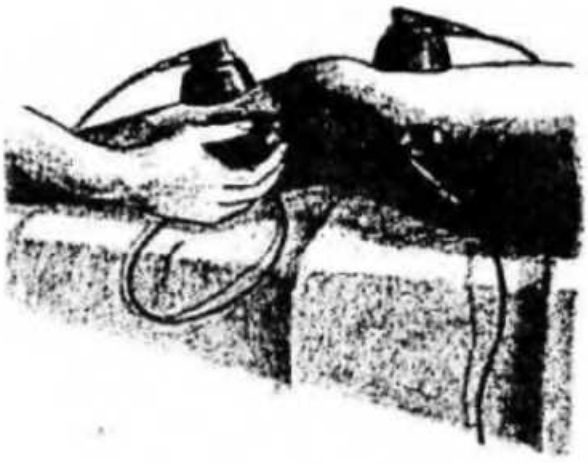


Рис.92. Лечебное применение вакуум-аппликаторов на коленном суставе.

Методика. При использовании медицинских банок или вакуум-аппликаторов применяют стабильную и лабильную методики воздействия В первом случае их располагают стационарно на одном месте (рис. 92), а во втором - перемещают по поверхности кожи больного, находящегося в положении лежа. При использовании барокамер в них предварительно помещают выпрямленную конечность (рис. 93), а затем герметизируют камеру путем нагнетания воздуха в манжетку (не пережимая поверхностные сосуды). После этого включают компрессор и устанавливают сначала минимальное давление, а затем - максимальное. Локальную баротерапию сочетают с оксигенотерапией, оксигенобаротерапией и инфракрасным облучением.

Дозирование процедур локальной баротерапии производят по атмосферному давлению в камере, которое измеряют при помощи манометра (вакуу мметра), присоединенного к камере, а также продолжительности воздействия.

Приняты три схемы проведения локальной баротерапии:

- *основная* - с 1 по 14 день давление воздуха уменьшают на 4-13,3 кПа (30-100 мм рт.ст.) и повышают на 2,7-4 кПа (20-30 мм рт.ст.);

- *ускоренная* - с 1 по 11 день давление воздуха уменьшают на 5,3-16 кПа (40-120 мм рт.ст.) и повышают на 4-5,3 кПа (30-40 мм рт.ст);

- *замедленная* с 1 по 16 день давление воздуха уменьшают на 2,7-10,7 кПа (20-80 мм рт.ст.) и повышают на 1,3-2,7 кПа (10-20 мм рт.ст.).

Общая продолжительность проводимых ежедневно или через день процедур составляет 5-30 мин, курс 20-30 воздей-

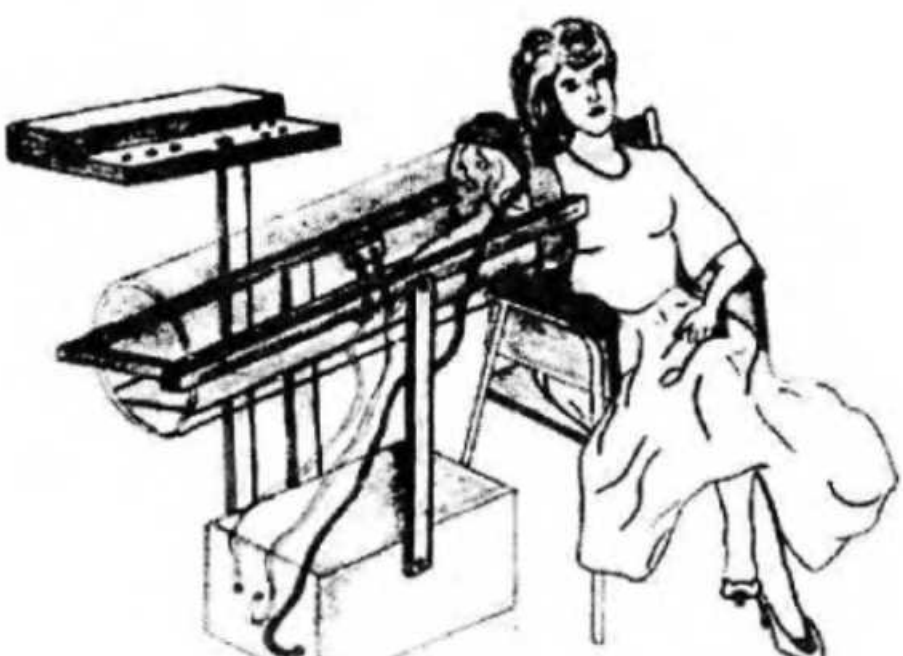


Рис. 93. Локальная баротерапия верхней конечности.

ствий. При необходимости повторный курс локальной баротерапии проводят через 5-6 мес.

Гипобаротерапия

Гнпобаротерапия - лечебное применение воздуха под пониженнным атмосферным далением.

В условиях пониженного атмосферного давления уменьшается парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе. В результате последующего возбуждения каротидных хеморецепторов активируется дыхательный центр и увеличивается минутный обьем дыхания (в 1,2-1,5 раза), которое становится частым и глубоким. Наряду с увеличением альвеолярной вентиляции, усиливается сократительная функция миокарда (систолический выброс увеличивается на 40-50%), повышается частота сердечных сокращений (на 10-20 **уд·мин$^{-1}$).** Систолическое давление во время процедуры возрастает на 5-20 мм рт. ст, а после лечебного курса снижается на 10-20 мм рт.ст.

Усиление легочной вентиляции приводит к *увеличению* массопереноса O_2 и CO_2 через альвеолокапиллярную мембрану. Насыщение кислородом тканей повышает скорость его утилизации клетками, усиливает клеточное дыхание в митохондриях и

активирует микросомальные антитоксические системы цитохромов. Снижение напряжения CO_2 *(гипокапний)* играет решающую роль в формировании дыхательного алкалоза тканей. Кроме того, при длительной гипобарии вследствие нарастающей гипокапнии и увеличения pH крови затрудняется диссоциация оксигемоглобина на гемоглобин и свободный кислород, что углубляет гипоксию тканей.

Недостаток кислорода в тканях активирует перекисное окисление липидов. Образующиеся токсические метаболиты кислорода изменяют фосфолипидный состав альвеолоцитов, в которых накапливаются свободные жирные кислоты и изоформы фосфолипидов. Дыхание в условиях гипобарии с периодической реоксигенацией активируют супероксмддисмутазу, глутатионпероксидазу и каталазу. Однако, несмотря на активацию антиоксидатной системы, из-за угнетения активности конечного акцептора кислорода в дыхательной цепи - цитохромоксидазы - антиоксидантная активность легких несколько снижается. Во время последующей реоксигенации тканей (после лечебного сеанса) активность антиоксидантной системы больных восстанавливается и даже несколько повышается. В результате в крови понижается уровень триглицеридов, холестерина и р-липопротеидов низкой плотности. Наряду с активацией липолиза, усиливается активность микросомальной энзимной системы печени. Содержание РНК в головном мозге увеличивается на 50%, а синтез белка - в 2 раза.

Гипобария вызывает также выход эритроцитов из кровяных депо и активацию эритропоэза, усиливает гормонпродуцирующую и инкреторную функцию гипофиза и надпочечников. Увеличение минутного обьема кровообращения (в 2-2,5 раза) и гемолимфоперфузии приводит к уменьшению отека воспаленных тканей и активации процессов репаративной регенерации.

В условиях гипобарии повышается проводимость нервных проводников и лабильность нервных центров. Наряду с этим, понижаются пороги возбуждения корковых центров, на ЭЭГ нарастает спектральная плотность р-ритма. В стволовых структурах нарастает содержание серотонина и понижается концентрация норадреналина, что свидетельствует о восстановлении баланса симпатических и парасимпатических влияний вегетативного отдела нервной системы в регуляции висцеральных функций.

Наряду с существенными изменениями корковой электродинамики, гипобария стимулирует неспецифические адаптационные

реакции, которые выражаются в некотором угнетении клеточного и активации гуморального иммунитета, а также повышении неспецифической резистентности организма. Содержание Т-лимфоцитов *в* крови снижается на 6-10%, эозинофилов - в 2,5 раза, тогда как концентрация В-лимфоцитов повышается на 33-35%, а уровень иммуноглобулинов А и G - соответственно на 20 и 40%. В результате происходящих сдвигов повышается устойчивость организма к разнообразным факторам внешней среды.

Лечебные эффекты: *адаптационный, гемостимулирующий, метаболический, детоксикационный, иммуномодулирующий, репаративно-регенеративный, актопротекторный.*

Показания. Хронические воспалительные заболевания органов дыхания (бронхит, трахеит, экссудативный и сухой плеврит), бронхиальная астма, нейроциркуляторная дистония по гипертоническому и смешанному типам, гипертоническая болезнь I стадии, постинфарктный кардиосклероз (6 мес), железодефицитная анемия в стадии ремиссии, токсические поражения крови, сахарный диабет, неврастения, астенические состояния, вегето-сосудистые дисфункции, хронические воспалительные заболевания женских половых органов, подготовка к родам.

Противопоказания. Последствия черепно-мозговой травмы, нарушения мозгового кровообращения, фибромиома и миома матки, гепатит, почечная недостаточность, сахарный диабет в стадии декомпенсации, диффузный токсический зоб, ЛОР-заболевания с нарушением барофункции, клаустрофобия.

Параметры. Атмосферное давление понижают постепенно в течение курса Во время первой процедуры атмосферное давление снижают до 850 гПа (640 мм рт.ст.), в каждую последующую процедуру - на 50 гПа (38 мм рт.ст.) до 650 гПа (490 мм рт.ст.). Скорость снижения атмосферного давления составляет не более 5,6-8 гПас , повышения в конце сеанса - не более 4-5,6 гПас".

Лечение больных осуществляют в переоборудованных авиационных и специальных лечебных *гипобарических камерах,* К последним относят многоместные и одноместные барокамеры. В барокамере Урал-1, рассчитанной на 32 больных (27 кресел и 5 кушеток), атмосферное давление можно понижать до 613 гПа (460 мм рт. ст). В барокамерах Гермес, рассчитанных на 1-2 больных, атмосферное давление в рабочем обьеме камеры (2,8 м *)* понижают до 600 гПа **(450** мм рт. ст).

Методика. В барокамере больные располагаются в удобном положении в креслах или на кушетках (рис. 94). После герметизации барокамеры включают вакуумный насос и начинают откачивать

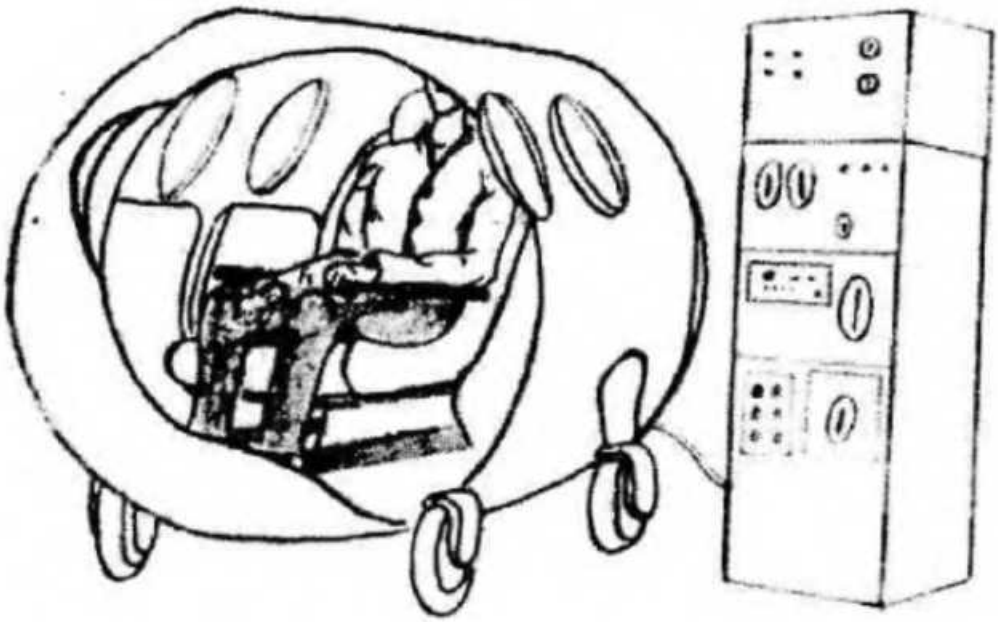


Рис. 94. Гипобаротерапия.

качивать воздух. При достижении определенного давления, контролируемого по вакуумметру приборного щита, откачку воздуха прекращают. В иллюминатор барокамеры наблюдают за состоянием пациентов. В случае появления боли в ушах при повышении давления в конце сеанса его снижают до купирования боли, а затем вновь начинают повышать с минимальной скоростью. Вентиляцию осуществляют при фиксированном атмосферном давлении (изопрессии) одновременным включением насоса и открытием атмосферного клапана на 5 мин через каждые 15 мин процедуры.

Гипобаротерапию сочетают с оксигенотерапией и инфракрасным облучением.

Дозирование процедур гипобаротерапии осуществляют по атмосферному давлению в барокамере, которое измеряют при помощи манометра (вакуумметра), присоединенного к -камере, а также по продолжительности воздействия.

Общая продолжительность проводимых ежедневно процедур составляет 30-120 мин, курс - 15-25 воздействий. При необходимости повторный курс гипобаротерапии проводят через 2-3 мес.

Гипербаротерапия

Гипербаротерапия - лечебное применение воздуха под повышенным атмосферным давлением.

В условиях гипербарии увеличивается резистивное сопротивление дыханию, связанное с изменением характера газовых потоков на всем протяжении трахеобронхиального дерева. Повышение общего сопротивления воздушному потоку в этих условиях обусловлено увеличением плотности вдыхаемых газов. Напротив, их вязкость имеет меньшее значение в связи с формированием турбулентных потоков в местах деления бронхов.

Увеличение сопротивления в дыхательных путях обусловливает снижение альвеолярной вентиляции вследствие замедления инспираторного и экспираторного потоков газов. Восстановление скорости и глубины вдоха при гипербарии требует усиленных сокращений дыхательных мышц. Гиповентиляция ведет к накоплению $C0_2$ в альвеолярном газе и артериальной крови. Последующему развитию гиперкапнии и респираторного ацидоза способствует также и снижение чувствительности периферических и центральных хеморецепторов к диоксиду углерода. Вместе с тем из-за соответствия скоростей доставки и потребления кислорода тканевая гипоксия не развивается.

Повышение плотности газовой среды в сочетании с гуморальным и рефлекторным действием повышенного $p0_2$ затрудняет выведение $C0_2$ из организма. Возникающая гиперкапния приводит к изменению дыхательного паттерна, стимулирует процессы окислительного фосфорилирования и репаративной регенерации в тканях. Активация накапливающимися азотом и диоксидом углерода β_2-адренорецепторов бронхов сопровождается расслаблением их гладких мышц, снижением выделения эндогенных спазмогенов и усилением мукоцилиарного клиренса *(аэробаротерапия).*

Гипербария существенно изменяет кинетику насыщения и рассыщения индифферентными газами тканей организма. При наличии в тканях организма (крови) пузырьков воздуха, приводящих к аэроэмболии, повышенное внешнее давление через жидкие среды организма сжимает их и уменьшает объем пузырьков *(лечебная компрессия).*

У лиц с декомпрессионными расстройствами в условиях гипербарии уравновешивается локальное давление газовых пузырьков в крови, выделяющихся из тканей в кровь, с внешним

давлением. В результате объем образовавшихся пузырьков уменьшается и они растворяются в крови и интерстиции. Уменьшение количества и объема газовых пузырьков купирует болевые ощущения и неврологические расстройства, вызванные давлением пузырьков на нервные окончания стенок сосудов. Гипербария препятствует также формированию новых пузырьков газа и развитию газовой эмболии - закупорке кровеносных сосудов *(лечебная рекомпресия).*

Лечебны® эффекты: *бронхолитический, метаболический, компрессионный, рекомпрессионный, анальгетический.*

Показания. Бронхиальная астма, хронический обструктивный бронхит, псориаз, травматическая и хирургическая аэроэмболия, декомпрессионная болезнь, баротравма легких.

Противопоказания. Нарушения барофункции ушей и придаточных полостей носа, клаустрофобия, последствия острых нарушений мозгового кровообращения.

Параметры. Лечение больных и профилактику декомпрессионных расстройств у водолазов проводят в водолазных барокамерах типа ПДК-2. Рабочий обьем барокамер составляет 7 $м^3$. Они рассчитаны на 2-8 больных. Повышение атмосферного давления в водолазных барокамерах при лечебной компресии и рекомпресии достигает 0,8-1,1 МПа. Повышение давления производят со скоростью не более 16,8 $гПа \cdot с^{-1}$, понижение - по режиму лечебной рекомпресии с остановки на остановку со скоростью не более 5 $гПа \cdot с^{-1}$. Общая продолжительность процедуры зависит от выбранного режима лечебной рекомпресии.

Для дыхания больных используют смесь кислорода с азотом (14% кислорода и 86% азота). В данном случае давление в барокамере повышают до величины, при которой дыхательная смесь становится нормоксической, то есть парциальное давление кислорода составляет 213 гПа *(нормоксическая гипербаротерапия).*

Методика. В барокамере больные располагаются в положении сидя или лежа (рис. 95). После герметизации барокамеры в ней при помощи системы сжатого воздуха повышают давление. По достижении максимального давления для выбранного лечебного режима подачу воздуха прекращают. Время вентиляции барокамеры определяют, исходя из обьема вентилируемого отсека и количества больных. Каждую последующую вентиляцию проводят через промежутки времени, равные половине от продолжительности первой вентиляции. При тяжелом состоянии больного врач находится в барокамере рядом с больным, кон-

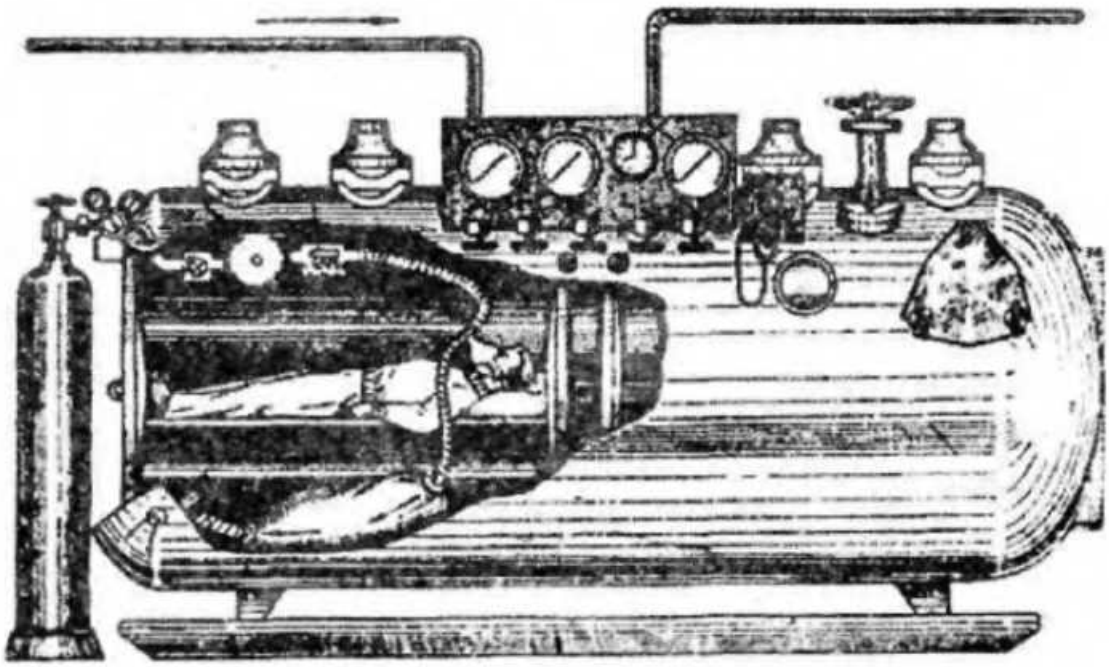


Рис. 95. Гипербаротерапия.

тролирует его состояние и выполняет необходимые медицинские манипуляции. В других случаях врач руководит лечебными мероприятиями, используя шлюзовое и переговорное устройства.

При нормоксической гипербаротерапии давление в барокамере повышают сжатым воздухом со скоростью 1,6 $гПа \cdot с^{-1}$ до уровня изопресии. Затем больной надевает маску (полумаску) и начинает дышать кислородно-азотной смесью из дыхательной системы. Во избежание кислородного голодания декомпрессию осуществляют только после снятия маски.

Дозирование процедур гипербаротерапии осуществляют по величине давления в барокамере, которое измеряют при помощи манометра, присоединенного к камере, а также продолжительности воздействия. В соотвествии с "Правилами водолазной службы" (1985 г), в зависимости от тяжести декомпрессионных расстройств выделяют 4 основных режима лечебной рекомпрессии.

При аэробаротерапии продолжительность процедур в водолазной барокамере - 60 мин (компрессия до 0,14 МПа - 5 мин, изопрессия - 45 мин и декомпрессия - 10 мин), курс 20 ежедневно проводимых воздействий. При необходимости повторный курс гипербаротерапии проводят через 1-2 мес.

ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОВ РАЗЛИЧНОГО ПАРЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

Нормобарическая гипокситерапия

Нормобарическая гипокситерапия - лечебное применение газовой гипоксической смеси, чередующейся с дыханием атмосферным воздухом. Лечебное действие в данном методе обусловлено периодически возникающей гипоксической гипоксией и последующей реоксигенацией тканей организма.

Гипоксия усиливает легочную и альвеолярную вентиляцию, минутный объем кровообращения, снижает повышенное артериальное давление. За счет возбуждения дыхательного центра у больных активируется мукоцилиарный транспорт, увеличивается отхождение мокроты и улучшается трахеобронхиальная проходимость, нормализуется нарушенный массоперенос через альвеоло-капиллярные мембраны, нарастает скорость утилизации кислорода тканями. За счет повышения степени сопряжения клеточного дыхания и окислительного фосфорилирования в тканях накапливаются макроэргические соединения.

Многократный перепад парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе и напряжения кислорода в тканях усиливают гемолимфоперфузию и активирует прооксидантную систему в тканях. Освобождаемые в результате этого лейкоцитами супероксидные анион-радикалы и лизосомальные ферменты вызывают гибель микроорганизмов в очаге воспаления.

В фазу реоксигенации в тканях продолжает нарастать содержание активных форм кислорода и радикалов, которые стимулируют фагоцитоз и иммуногенез. Происходит также компенсаторная активация антиоксидантной системы. Несмотря на некоторое снижение кровотока вследствие относительной гипероксии в эту стадию, в очаге воспаления сохраняется высокое напряжение кислорода и продолжается лизис продуктов воспаления.

Лечебные эффекты: *противовоспалительный, метаболический, бронходренирующий, иммуномодулирующий.*

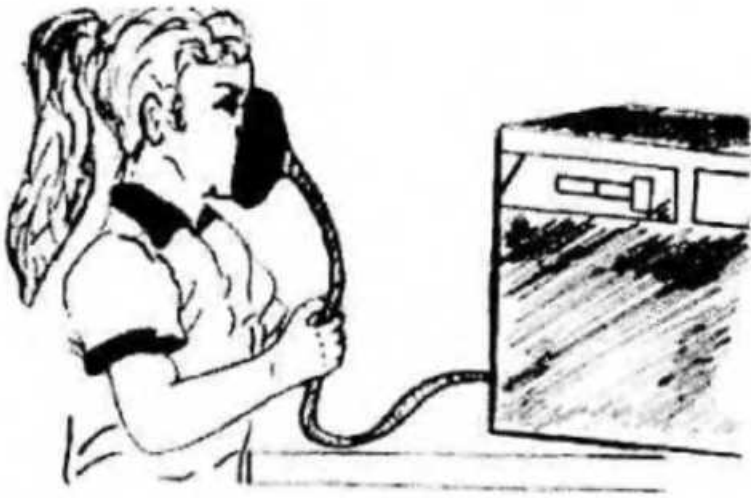


Рис. 96. Нормобарическая гилокситерапия.

Показания. Хронические воспалительные заболевания органов дыхания (бронхит, трахеит, экссудативный плеврит), бронхиальная астма с редкими и легкими приступами, нейроциркуляторная дистония по гипертоническому и смешанному типам, гипертоническая болезнь I стадии, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения I-II ФК, постинфарктный кардиосклероз (6 мес), железодефицитная и гипопластическая анемии, тиреотоксикоз, нарушения обмена веществ, неврастения, астенические состояния, вибрационная болезнь.

Противопоказания. Острые соматические и инфекционные заболевания, недостаточность кровообращения I стадии, гипертоническая болезнь II стадии, последствия черепно-мозговой травмы, нарушения мозгового кровообращения, фибромиома и миома матки, индивидуальная непереносимость кислородной недостаточности.

Параметры. Используемая для лечения гипоксическая смесь содержит 10-12% кислорода и 88-90% азота. Ее подают под давлением 1020 гПа. Температура смеси составляет 18-23° С, объемная скорость подачи 0,72 $м^3 \cdot час^{-1}$.

Для лечения используют *дыхательные системы,* включающие наркозный аппарат с ротаметрическим блоком **для** дозирования газового потока и эжекционное устройство для разбавления азота. Кроме них, применяют гипоксикаторы HYP 10-1000-0.

Методика. Гипоксическую смесь от аппарата (рис. 96) подают через маску в воздухопроводящие пути больного. После не-

продолжительного дыхания данной смесью больной дышит атмосферным воздухом, а затем вновь смесью. Циклы периодического дыхания- различными газовыми смесями многократно повторяются.

Дозирование лечебных процедур осуществляют по содержанию кислорода в гипоксической смеси, продолжительности однократного интервала дыхания ей и атмосферным воздухом, а "также общей продолжительности воздействия.

Временной интервал дыхания гипоксической смесью составляет 3-5 мин с последующим дыханием атмосферным воздухом в течение 3-5 мин. Общая продолжительность ежедневно проводимых процедур 60-420 мин, курс 15-25 воздействий.

Оксигенобаротерапия

Оксигенобаротерапия - лечебное применение газовых смесей с повышенным парциальным давлением кислорода. В лечебных целях используют также чистый медицинский кислород под атмосферным давлением *(оксигенотерапия).* Для определения метода насыщения организма здорового человека кислородом под избыточным давлением, повышающим его работоспособность, используют термин *"гипербарическая оксигенация".*

При дыхании под повышенным парциальным давлением кислорода *(гипероксии)* увеличивается напряжение артериального кислорода, уменьшается альвеолярная вентиляция, урежается частота сердечных сокращений и повышается диастолическое давление. Высокий концентрационный градиент кислорода в тканях в сочетании с увеличением органного кровотока обеспечивает высокую скорость диффузии кислорода в тканях и значительное ускорение процессов тканевого дыхания. Кроме того, повышение плотности газа оказывает тренирующее воздействие на дыхательную систему и повышает резервы ее адаптации.

За счет увеличения количества растворенного в плазме крови кислорода (с 3 до 45 $см^3 \cdot л^{-1}$) кислородная емкость крови повышается с 303 до 345 $см^3 \cdot л^{-1}$, а артерио-венозная разница pO_2 возрастает до 268 кПа (2010 мм рт.ст). В этих условиях увеличивается диффузия кислорода в клетки, активируется окисли-

тельное фосфорилирование и стимулируется микросомальное окисление токсических продуктов метаболизма в печени.

Система активированного окислительного фссфорилирования клеток переходит на-более низкий и экономичный режим функционирования. Окисление глюкозы через лентозофосфатный шунт повышается с 20 до 40 %. К концу лечебной процедуры снижается уровень лактата в крови и на четверть уменьшается содержание общего белка плазмы.

При насыщении организма кислородом в тканях умеренно усиливается активность продуктов перекисного окисления липидов, играющих ведущую роль в развитии различных стадий воспаления. Токсические метаболиты кислорода усиливают лейкоцитарную инфильтрацию и фагоцитоз в воспалительном очаге. Выделяемый в интерстиций из лейкоцитов O_2^- взаимодействует с компонентами цитозоля (хелатами металлов) и стимулирует синтез хематоксических продуктов, усиливающих лейкоцитарную инфильтрацию и продукцию лейкотриенов. Кроме того, накапливающиеся при воспалении в тканях свободные радикалы кислорода и гидроперекиси липидов вызывают гибель микроорганизмов (особенно клостридий), усиливают расщепление альтерированных биомоялекул, поврежденных субклеточных структур, что облегчает очищение воспалительного очага от детрита.

Активированные при гипероксии токсические формы кислорода повышают также проницаемость плазмолеммы для лекарственных веществ, стимулируют синтез и выделение глюкокортикоидов и катехоламинов, индуцирующих процессы репаративной регенерации и синтеза коллагена. Образующиеся при неспецифической активации перекисного окисления липидов продукты обмена индолов индуцируют образование антител.

Повышение активности прооксидантной системы в условиях гипероксии компенсируется сопутствующим нарастанием мощности антирадикальной защиты тканей. В альвеолоцитах и альвеолярных макрофагах в условиях гипероксии активируется ключевой фермент антиоксидантной системы - супероксиддисмутаза. Нарастание антиоксидантов приводит к угнетению интенсивности иммунного ответа на экзогенные и эндогенные антигены, тормозит освобождение эндогенных спазмогенов бронхов. Кислород вызывает уменьшение образования слизи клетками мерцательного эпителия бронхов и усиливает мукоцилиарный клиренс.

В условиях гипероксии различные системы организма переходят на более низкий и экономичный уровень функционирова-

ния - урежается дыхание и уменьшается частота сердечных сокращений, снижается минутный объем кровообращения, в крови понижается содержание эритроцитов и активность свертывающей системы крови, тогда как количество лейкоцитов и лимфоцитов, напротив, повышается. Избыток кислорода в тканях приволит к рефлекторному спазму артериол, что приводит к повышению кровяного давления. Наряду с этим, кровоснабжение в патологически измененных тканях с явлениями тканевого ацидоза увеличивается, и в них развивается гиперемия (синдром Робин Гуда). Наконец, увеличение проницаемости сарколеммы для Ca^{2+} в сочетании с активацией Ca^{2+}-АТФ-азы усиливает сократительную функцию миокарда и скелетных мышц. В коре головного мозга восстанавливается равновесие усиливающихся процессов возбуждения и внутреннего торможения, повышается работоспособность человека. В течение курса оксигенобаротерапии в организме формируется адаптационный структурно-функциональный след, который определяет высокую неспецифическую резистентность организма к факторам внешней среды.

При избытке кислорода ускоряется и облегчается расщепление карбоксигемоглобина и метгемоглобиновых комплексов, образованных окисидом углерода и окислами азота. За одну процедуру восстанавливается до 90% соединенного с этими токсическими продуктами гемоглобина.

Врачу необходимо помнить, что при длительной экспозиции гипероксия оказывает на организм токсическое действие. При этом повреждается плазмолемма альвеолоцитов и эндотелия легочных капилляров, нарушается биосинтез сурфактанта. В результате нарушается транспортная функция альвеолокапиллярной мембраны, возникает отек интерстиция альвеол и инфильтрация межальвеолярных перегородок. Увеличение толщины аэрогематического барьера существенно замедляет массоперенос газов. Наряду с этим, повышается продукция альвеолярными макрофагами токсических метаболитов кислорода, и снижается активность эндогенных антиоксидантов - супероксиддисмутазы, каталазы, глутатиона, витаминов С и Е.

Лечебные эффекты: *адаптационный, метаболический, детоксикационный, бактерицидный, иммуностимулирующий, репаративно-регенеративный, актопротекторный, вазопрессорный*

Показания. Нейроциркуляторные дистонии, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, неспецифический

язвенный колит, острый и хронический гепатит, сепсис, перитонит, облитерирующие заболевания сосудов конечностей, заболевания и повреждения опорно-двигательного аппарата заболевания и повреждения слизистой оболочки полости рта, длительно незаживающие раны, трофические язвы, ожоги, анаэробная инфекция, токсические поражения крови (отравления оксидом углерода, ядовитыми грибами и пр.), тиреотоксикоз, сахарный диабет, неврастения, астенические состояния, хронические воспалительные заболевания женских половых органов, подготовка к родам.

Противопоказания. Недостаточность кровообращения II стадии, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения I-III ФК, гипертоническая болезнь I-II стадии, фибромиома и миома матки, острые ЛОР-заболевания с нарушением барофункции, клаустрофобия, острые и хронические воспалительные заболевания органов дыхания (бронхит, трахеит, экссудативный и сухой плеврит).

Параметры. Лечение больных осуществляют в переоборудованных водолазных и специальных лечебных барокамерах. Среди последних различают одноместные и многоместные. Одноместные барокамеры имеют кондиционер с пультом управления дозированной подачи в камеру медицинского кислорода. Вентиляция барокамеры и поглощение образующегося при дыхании диоксида углерода осуществляется известковыми поглотителями (ХПИ).

Содержание медицинского кислорода в одноместной барокамере составляет 100%. Повышение атмосферного давления в лечебных барокамерах достигает 0,2 МПа (при анаэробной инфекции и отравлении оксидом углерода - 0,3 МПа). Повышение давления производится со скоростью не более 3,0 $гПа \cdot с^{-1}$, понижение в конце сеанса - со скоростью не более 6,0 $гПа \cdot с^{-1}$.

Используемый для *оксигенотерапии* медицинский кислород (с примесью азота не более 1%) подают через дыхательную систему, включающую редуктор, резиновую трубку, соединенную с дыхательным мешком,емкостью до 10 л и клапанную коробку. Рабочее давление в баллоне - до 15 МПа, установочное давление на редукторе - 0,4-0,5 МПа. Давление кислорода в дыхательном мешке составляет 1013 гПа, температура 18-23° С, объемная скорость подачи - 0,4 $м^3 \cdot час^{-1}$.

К одноместным барокамерам относятся передвижная камера Иртыш-МТ (создаваемое максимальное давление кислорода 0,22 МПа), детская камера Мана-2 (0,3 МПа), ОКА-МТ (0,22 МПа),

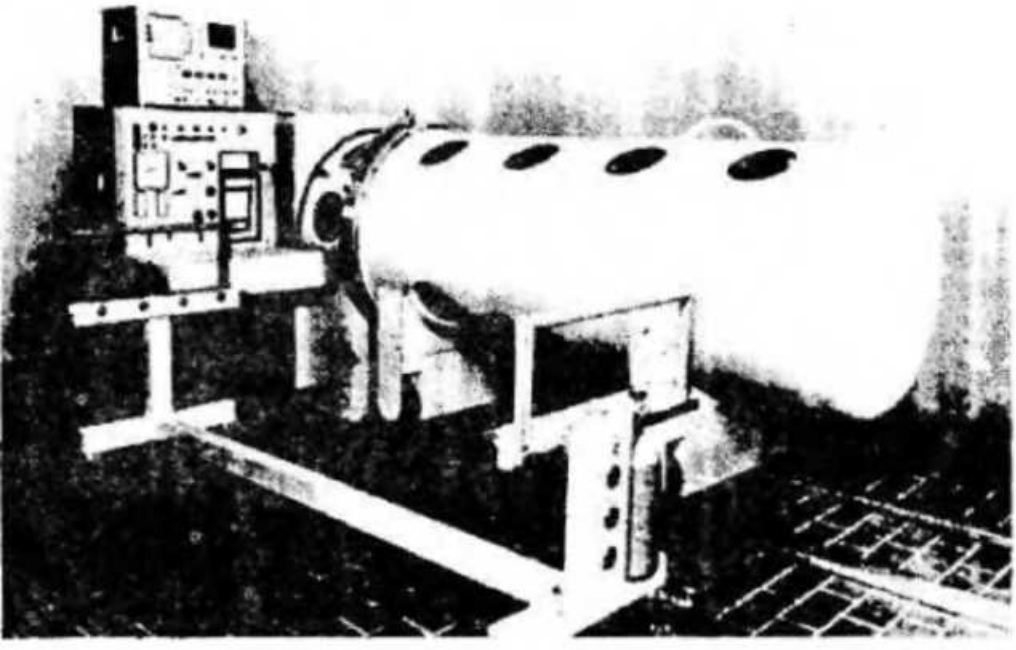


Рис. 97. Оксиненобаротерапия.

Енисей-3, БЛКС-301 и БЛКС-301М (рабочее давление до 0,3 МПа). Последние три барокамеры обеспечивают проведение реанимационных мероприятий и контроль сердечной деятельности по ЭКГ. За рубежом выпускают различные модели барокамер HYOX (0,3 МПа), и HTK 1200 (0,4 МПа).

В многоместных водолазных барокамерах (поточно-декомпрессионных) применяется специальная дыхательная система, включающая трубку подачи кислорода к мешку вдоха или дыхательному автомату, клапанную коробку с маской, полумаской или загубником для больного и трубку выдоха к мешку выдоха. Давление в барокамере поднимают нагнетанием воздуха. Больные в такой барокамере находятся вместе с врачом в воздушной среде, а дышат кислородом под повышенным давлением. В лечебной практике применяют 8-ми местные барокамеры ПДК-2 и ПДК-3. За рубежом выпускают шестиместные барокамеры Drager Hyperbaro Therapiekammer HTK.

Методика. Перед процедурой больные располагаются в одноместной барокамере в положении лежа (рис. 97). После ее герметизации включают кондиционер и вентилируют ее с целью замены воздуха на кислород. В последующем повышают давление в барокамере, нагнетая кислород с определенной скоростью. По достижении определенного давления, контролируемого по манометру пульта управления, подачу кислорода прекращают. В иллюминатор барокамеры наблюдают за состояни-

ем больных. В случае его ухудшения при повышении давления подачу кислорода прекращают и постепенно снижают давление в барокамере.

При проведении *оксигенотерапии* медицинский кислород через дыхательную систему подают в воздухопроводящие пути больного. После 30-минутного дыхания медицинским кислородам больной дышит атмосферным воздухом, а затем вновь кислородом. Циклы периодического дыхания различными газами повторяются.

Оксигенобаротерапию сочетают с локальной баротерапией, карбогенотерапией и аэрозольтерапией.

Дозирование процедур оксигенобаротерапии осуществляют по парциальному давлению кислорода в барокамере, скорости компрессии и декомпресии и продолжительности воздействия. Кроме того, ориентируются на оптимальную дозу кислорода (парциальное давление кислорода и экспозиция), при превышении которой имеет место уменьшение минутного объема кровообращения. Его нарастание является начальным признаком токсического действия кислорода. Процедуры оксигенотерапии дозируют по продолжительности воздействия и количеству и продолжительности воздушных пауз.

Общая продолжительность проводимых ежедневно процедур оксигенобаротерапии составляет 45-60 мин, курс 7-10 воздействий. При анаэробных инфекциях продолжительность проводимых до 3-х раз в сутки процедур составляет 60-90 мин. Продолжительность ежедневно проводимых процедур оксигенотерапии - 60-120 мин, с одним-тремя 5-ти минутными перерывами. Курс лечения составляет 15-25 воздействий. Повторный курс проводят через 2-3 мес.

Карбогенотерапия

Карбогенотерапия - лечебное применение газовых смесей с повышенным содержанием кислорода и диоксида углерода (карбогена).

Повышение парциального давления диоксида углерода замедляет его массоперенос через альвеолокапиллярную мембрану в альвеолярное пространство. Возникающая задержка выведения эндогенного диоксида углерода из альвеол *(ретенция* CO_2*)* приводит к рефлекторному возбуждению*, инспираторной зоны дыхательного центра и каротидных хеморецепторов. В результате возникающей гиперкапнии увеличивается альвеолярная вентиляция и минутный объём кровообращения. Сосуды внутренних органов и головного мозга расширяются, в них увеличивается органный кровоток. Развивающийся гиперкал-

нический газовый ацидоз усиливает клеточное дыхание и стимулирует выделение биологически активных форм гормонов в кровь.

Возникающее вследствие гипервентиляции усиление массопереноса кислорода в кровь и ткани активирует клеточное дыхание как вследствие повышения pO_2 в плазме крови, так и за счет увеличения кровотока внутренних органов. Нарастание pCO_2 в тканях купирует вызванный кислородом спазм артериол, стимулирует выход форменных элементов крови из депо и гемопоэз. Формирование системного структурно-функционального следа происходит здесь быстрее, чем при оксигенотерапии.

Диоксид углерода является адекватным раздражителем подкорковых центров и коры головного мозга, активирует корковую электродинамику и регуляцию вегетативных функций. В результате этого после процедуры повышается умственная работоспособность. При избытке CO_2 ускоряется и облегчается диссоциация карбоксигемоглобина и метгемоглобиновых комплексов, образованных при отравлении оксидом углерода и окислами азота.

Лечебные эффекты: *адаптационный, метаболический, гемостимулирующий, сосудорасширяющий, детоксикационный.*

Показания. Нейроциркуляторные дистонии, железодефицитная и гипопластическая анемии, токсические поражения крови (отравления оксидом углерода, ядовитыми грибами и пр.), неврастения, астенические состояния.

Противопоказания. Острые соматические и инфекционные заболевания, недостаточность кровообращения I стадии, гипертоническая болезнь II стадии, последствия черепно-мозговой травмы, психопатии.

Параметры. Используемую для лечения *гиперкапническую* газовую смесь, содержащую 3-5% диоксида углерода и 95-97% кислорода, подают под нормальным атмосферным давлением 1013 гПа. Температура смеси составляет 18-23° С, обьемная скорость подачи 0,72 $м^3 \cdot час^{-1}$. Для лечения используют *дыхательную систему.*

Методика. Гиперкапническая смесь от аппарата подается через маску в воздухопроводящие пути больного. После непродолжительного дыхания данной смесью больной дышит атмосферным воздухом, а затем вновь смесью. Циклы периодического дыхания различными газовыми смесями многократно повторяются.

Дозирование процедур карбогенотерапии осуществляют по содержанию диоксида углерода в гиперкапнической смеси, продолжительности однократного интервала дыхания ею и атмосферным воздухом, а также общей продолжительности воздействия.

Временной интервал дыхания гипокапнической смесью составляет 3-5 мин с последующим дыханием атмосферным воздухом в течение 3-5 мин. Общая продолжительность ежедневно проводимых процедур 20-30 мин, курс 15-25 воздействий.

Оксигеногелиотерапия

Оксигеногелиотерапия - лечебное применение газовых смесей с повышенным содержанием кислорода и гелия.

Повышение парциального давления гелия в кислородной среде в 1,5 раза снижает плотность вдыхаемой газовой смеси. Вследствие квадратической зависимости возникающего уменьшения неэластического (динамического) сопротивления дыханию от скорости турбулентного потока (закон Рорера) снижение

его плотности приводит к значительному понижению сопротивления дыханию. В этих условиях изменяется биомеханика легких: увеличивается конвективный перенос газов в трахее, бронхах и бронхиолах и понижается создаваемый дыхательной мускулатурой градиент давления (разность между атмосферным и альвеолярным давлением). Внешнее дыхание становится редким и глубоким, увеличивается его минутный объем.

Повышение парциального давления кислорода в альвеолах, происходящее вследствие усиления конвективного переноса газов в респираторных бронхиолах, приводит к увеличению его концентрационного градиета и усилению диффузии газов в кровь из легочных капилляров. Возникающее усиление выведения эндогеннэго диоксида углерода из альвеол приводит к рефлекторному угнетению инспираторной зоны дыхательного центра и каротидных хеморецепторов. В результате возникающей гипероксии происходит перераспределение крови - спазм периферических сосудов и увеличение кровенаполнения внутренних органов. Увеличение органного кровотока в миокарде достигает 36%, в надпочечниках - 77%, а в печени - 105%. В крови понижается содержание катехоламинов, увеличивается коронарный кровоток и утилизация кислорода кардиомиоцитами, что приводит к усилению сократительной функции сердца.

Нарастание альвеолярной вентиляции (до 7 $л \cdot мин^{-1}$) и оксигенации крови, наряду с увеличением органного кровотока, сопровождается усилением метаболизма поврежденных тканей, активирует процессы клеточного иммуногенеза и микросомальные ' детоксикационные системы. Развивающийся гипокапнический газовый ацидоз тормозит выделение биологически активных форм гормонов в кровь, что позволяет купировать астматический спазм бронхов.

Лечебные эффекты: *адаптационный, метаболический, вазоактивный, бронходренирующий, детоксикационный.*

Показания. Хронические воспалительные заболевания органов дыхания (бронхит, трахеит), бронхиальная астма, нейроциркуляторная дистония по гипертоническому и смешанному типам, гипертоническая болезнь I стадии, неврастения, астенические состояния.

Противопоказания. Острые соматические и инфекционные заболе'-ания, недостаточность кровообращения I стадии, гипертоническая болезнь II стадии, последствия черепно-мозговой травмы, нарушения мозгового кровообращения, фибромиома и миома матки, психопатии.

Параметры. Используемая для лечения газовая смесь содержит 38-40% кислорода и 60-62% гелия, подается под нормальным атмосферным давлением 1013 гПа. Гелий обладает низкой плотностью (0,18 $кгм^{3}$), что позволяет уменьшить плотность газовой среды до 0,7-0,9 $кгм^{3}$. Высокая теплоемкость гелия требует подогрева подаваемой газовой смеси до 26° С. Объемная скорость подачи смеси составляет 0,4 $м^{3} \cdot час^{-1}$.

Методика. *Гипероксическую* смесь от аппарата подают через маску в воздухопроводящие пути больного. После непродолжительного дыхания данной смесью больной дышит атмосферным воздухом, а затем вновь смесью кислорода с гелием. Циклы периодического дыхания повторяются 2-4 раза.

Дозирование процедур оксигеногелиотерапии осуществляют по соотношению содержания кислорода и гелия в гипероксической смеси, продолжительности интервалов дыхания ею и атмосферным воздухом, а также общей продолжительности лечебного воздействия.

Временной интервал дыхания такой смесью составляет 30 мин, с последующим дыханием атмосферным воздухом в течение 3-5 мин. Общая продол-

жительность ежедневно проводимых процедур 20-40 мин, курс - 6-8 воздействий.

Рекомендуемая литература

Аксельрод А.Ю., Ашурова Л.Д., Баженов Н.Н. и др. Руководство по гипербарической оксигенации. - М.: Медицина, 1986.

Караш Ю.М., Стрелков Р.В., Чижов А.Я. Нормобарическая гипоксия в лечении, профилактике и реабилитации. - М.: Медицина, 1988.

Меерсон Ф.З., Твердохлиб В.П., Боев В.М., Фролов Б.А. Адаптация к периодической гипоксии в терапии и профилактике. -М.:Наука, 1989.

Петровский Б.В., Ефуни С.Н. Основы гипербарической оксигенации. -М.:Наука, 1976.

Петровский Б.В., Ефуни С.Н., Демуров Е.А., Родионов В.В. Гипербарическая оксигенация и сердечно-сосудистая система. - М.: Наука, 1987.

Сапов И.А. Основы оксигенобаротерапии / Физиология и патология подводных погружений и меры безопасности на воде. - М., 1986.

ГЛАВА 10

ЛЕЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННО ИЗМЕНЕННОЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДОЙ

АЭРОИОНОТЕРАПИЯ

Аэроионотерапия - метод лечебного применения аэроионов воздушной среды.

Аэроионы являются легкими заряженными молекулами газов воздуха (ιον - греч. - идущий). В нормальных условиях в 1 $см^3$ воздуха содержится около 750 положительных и 650 отрицательных ионов. Их радиус не превышает $6{,}6 \cdot 10^{-10}$ м, а средняя продолжительность активного состояния - 10-20 мин.

Под действием различных физических факторов (электрического поля высокой напряженности, ультрафиолетового излучения и пр.) происходит ионизация молекул воздуха и образуется значительное количество аэроионов. Среди них наибольшей химической активностью обладают ионы O^{3+}, CO^{+},O^{2-}, $NO^{2"}$. Отрицательные и положительные аэроионы в воздухе могут рекомбинировать между собой, а также взаимодействовать со взвешенными в воздухе частицами воздушного пара, превращаясь в тяжелые аэроионы (гидроаэроионы) с низкой химической активностью.

Являясь заряженными частицами, аэроионы перемещаются в воздухе по силовым линиям электромагнитного поля. Это позволяет создать направленный поток аэроионов *(электроэффлювию),* плотность которого достигает ЗЮ^5 зарядов на 1 $см^2$ поверхности кожи человека. Из-за возникающего при столкновении аэроионов с кожей радиационного давления у больного возникает ощущение "легкого ветерка" и смещение волос. Такие электромеханические феномены могут явиться причиной воз-

буждения связанных с волосяными фолликулами низкопороговых механорецепторов кожи

При столкновении с поверхностью кожи и слизистых аэроионы теряют свой заряд и превращаются в атомы и молекулы, обладающие высокой реакционной способностью. Молекулы озона (O_3) и диоксида азота (NO_2) являются сильными окислителями, а атомы водорода и азота - сильными восстановителями. Проникая в поверхностные слои эпидермиса, они вызывают набухание клеток базального и зернистого слоев эпидермиса. Химически активные атомы и молекулы взаимодействуют с молекулярными комплексами биологических мембран и электролитами интерстиция. При этом они образуют разнообразные продукты электролиза, биологически активные вещества, а также изменяют микроокружение свободных нервных окончаний кожи, существенно снижая ее тактильную и болевую чувствительность. При этом продукты рекомбинации отрицательных ионов увеличивают проводимость нервных проводников кожи, а положительных - понижают ее.

Образовавшиеся в коже из аэроионов химически активные атомы и молекулы стимулируют местные метаболические процессы, вызывают расширение артериол и усиление локального кровотока. Продукты ионодеструкции белков, являясь "эндогенными антигенами", образуют комплексы с мигрирующими в дерму антиген-презентирующими клетками Лангерганса и запускают процессы иммуногенеза (см. рис.64). Они вызывают набухание фибробластов и усиление их дифференцировки. Нарастание локального кровотока активирует трофические и репаративные процессы в тканях.

Вдыхание аэроионов приводит к усилению движения ворсинок мерцательного эпителия трахеи и бронхов. Вследствие усиления мукоцилиарного транспорта повышается выделение слизи И мокроты из дыхательных путей. Кроме того, аэроионы, проходя через альвеолокапиллярный барьер, активируют кислородсодержащую функцию эритроцитов. Наконец, химически активные соединения (например, аэроион O_2^-) вызывают гибель микроорганизмов на поверхности кожи, активируют дифференцировку клеток эпидермиса и ускоряют заживление ран.

Изменяя возбудимость и проводимость нервных проводников кожи и слизистых оболочек, продукты взаимодействия аэроионов с тканями при местном воздействии вызывают кожно-висцеральные реакции внутренних органов. Их характер определяется не только химической природой аэроиона, но и зави-

сит от места и площади воздействия, а также вегетативно-эмоциональ-ного статуса больного. Так, например, поток аэроионов, направленный на лицо, оказывает преимущественно ваготропное действие, а аэроионизация воротниковой области повышает возбудимость симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Поток монополярных аэроионов вызывает перемещение расположенных- на поверхности кожи заряженных частиц противоположного знака. Это позволяет использовать аэроионы для введения лекарственных веществ (адреналина, атропина, новокаина, совкаина, эфедрина, и др.) в кожные покровы больного (аэроионофорез)«.

Лечебные эффекты: *местный анальгетический, метаболический, иммуностимулирующий, бронходренирующий, вазоактивный, бактерицидный.*

Показания. Острые и хронические заболевания ЛОР-органов (синусит, ринит, ларингит, озена), заболевания органов дыхания (трахеит, бронхит, бронхиальная астма, гшевмосклероз), гипертоническая болезнь 1-11 стадии, трофические язвы и длительно незаживающие инфицированные раны и ожоги, переутомление, понижение работоспособности, неврастения, расстройства сна.

Противопоказания. Депрессивные состояния, органические заболевания центральной нервной систем, острая пневмония, эмфизема легких, ревматоидный полиартрит (в острой фазе),ишемическая болезнь сердца, постинфарктный кардиосклероз, повышенная чувствительность к ионизированному воздуху, беременность во все сроки.

Параметры. Для лечебного воздействия чаще применяют отрицательные аэроионы. Лечебная доза аэроионов составляет $(1\text{-}1{,}5)\cdot 10^{11}$ ионов, а гидроионов - $3\cdot 10^{8}$. Их генерируют при помощи *аппаратов* для франклинизации АФ-3-1, ФА-5-3, ЭЭФ-01, АИР-2, ККИ-2М и высокочастотного электроэффлювиального аэроионизатора Я.Ю.Рейнета, аппаратов Гелиос (люстра Чижевского) и Истион. Для получения аэроионов различной полярности применяют термоионизатор Я.Ю.Рейнета; гидроаэроионы получают с помощью гидроаэроинизаторов Серпухов-1, ГАИ-4 и ГАИ-4У "(генерирующих $(1\text{-}1{,}5)\cdot 10^{6}$ **ионов·см$^{-3}$).** В этих аппаратах применяют различные электроды-ионизаторы, выполненные в форме пластин, дисков или ободов с иглами. Постоянное напряжение в генерирующих их высоковольтных аэроионизаторах достигает 40-50 кВ, а нихромовую спираль термоио-



Рис. 98. Местная аэроионотерапия.

низаторов нагревают до 1200° С. Количество генерируемых этими аппаратами аэроионов достигает $(1,3\text{-}6)\cdot 10^6$ $см^{-3}\cdot мин^{-1}$.

Методика. Аэроионизацию проводят по *местной, общей* или *групповой* методикам. В первом случае пластину-электрод электроаэроионизатора располагают на расстоянии 10-20 см от очага поражения (рис. 98), а термоэлектронного аэроионизатора - на расстоянии 40-50 см. Для проведения общего воздействия используют преимущественно электроэффлювиальные ионизаторы. Зазор между электродом и больными должен быть не менее 1,5 м, а при применении гидроаэроионизаторов - 20-25 см. Воздействию аэроионами обычно подвергают лицо, воротниковую зону и верхние дыхательные пути больного. Аэронизацию ран проводят во время перевязок. Перед групповой аэроионизацией больные располагаются в удобных креслах по кругу на расстоянии 1 м от эффлювиальной люстры. Во время проведения процедур больные не должны касаться друг друга. Металлические предметы (часы, заколки, клипсы) перед процедурой должны быть удалены.

Для *аэроионофореза* применяют те же лекарственные вещества, что и для электрофореза. При этом область воздействия смачивают (орошают) раствором лекарственного вещества с учетом его полярности и заряда аэроионов. При необходимости раствор лекарственного вещества наносят при помощи пульверизатора.

Дозирование лечебного воздействия по количеству аэро- или гидроионов в 1 $см^3$ воздуха сложно и технически несовершенно. Исходя из этого процедуры дозируют по выходному напря-

жению аппарата или температуре спирали с последующим расчетом количества генерируемых аэроионов по прилагаемым к аппарату таблицам. Кроме того, учитывают ощущение больным легкого дуновения ветерка.

Продолжительность проводимых ежедневно или через день процедур составляет 10-20 мин. На курс лечения назначают 15-20 процедур. При необходимости повторный курс аэроионотерапии назначают через 3-5 мес. Продолжительность аэроионофореза составляет 30-40 мин.

АЭРОЗОЛЬТЕРАПИЯ

Аэрозольтерапкя - метод лечебного применения аэрозолей лекарственных веществ. Необходимо помнить, что использование официнальных лекарственных веществ в аэрозольной упаковке (баллончике) не является методом физиотерапии.

Действующим фактором в данном методе является *аэрозоль* — дисперсная система, состоящая из множества мелких жидких частиц лекарственного вещества *{дисперсная фаза),* взвешенных в однородной среде - газе, смеси газов, воздухе *(дисперсионная среда).* Диспергирование лекарственного вещества увеличивает общий объем лекарственной взвеси, поверхность ее контакта с пораженными участками тканей, что существенно ускоряет массоперенос препаратов. В зависимости от области воздействия аэрозолей, выделяют *ингаляционную терапию* и *наружную аэрозольтерапию.*

При введении аэрозолей в дыхательные пути *(ингаляционная терапия)* возникают местные и рефлекторные реакции.

В области осаждения аэрозолей в легких увеличивается амплитуда движений ресничек мерцательного эпителия, изменяется тонус гладких мышц стенок бронхов и проницаемость эпителиоцитов. С учетом возникающего при острых респираторных заболеваниях повышения проницаемости слизистых оболочек, расширения кровеносных и лимфатических сосудов подслизистого слоя и слущивания эпителия существенно увеличивается проникающая способность аэрозолей. Этому же способствует снижение вязкости мокроты, что обеспечивает улучшение ее эвакуации из дыхательных путей. За счет большой площади контакта поверхности бронхиального дерева с аэрозолями β_2-адре-

номиметиков и блокаторов цГМФ уменьшается спазм гладких мышц трахеобронхиального дерева. Всасывание аэрозолей лекарственных веществ зависит от концентрации раствора, pH среды (оптимум pH 6,0-8,0) и температуры (оптимум 36-38° С). Так, например, холодные ингаляции могут провоцировать бронхоспазм и приступ удушья у больных атопической бронхиальной астмой.

Частицы лекарственных веществ проникают вглубь слизистой оболочки и изменяют функциональные свойства свободных нервных окончаний подслизистого слоя. Возникающие при контакте с ними афферентные потоки вызывают дыхательные и сосудистые реакции. Происходит урежение и углубление дыхания, брадикардия и вазодилятация (рефлекторные реакции). Введение глюкокортикоидных препаратов приводит к уменьшению инфильтрации легочного эпителия и иммуносупрессии, что существенно снижает активность местных иммунологических реакций в патогенезе бронхиальной астмы.

За счет улучшения проходимости бронхиоло-альвеолярного дерева площадь альвеол, активно участвующих в транспорте газов, увеличивается до 50 $м^2$. Снижение вязкости мокроты при действии аэрозолей приводит к уменьшению толщины сурфактантного слоя и альвеолокапиллярного барьера до 4 мкм. В результате существенно возрастает дыхательный резерв легких, увеличивается газообмен и скорость транспорта молекул лекарственных веществ в малый круг кровообращения, их накопление в крови и формирование генерализованных реакций. При трансальвеолярном пути введения лекарственных веществ их системные эффекты наступают через 3-4 мин. Кроме того, в данном случае отсутствуют побочные эффекты, характерные для перорального и парентерального введения лекарственных веществ (попадание балластных ингредиентов, повреждение крупных сосудов и др.). Вместе с тем, из-за большой площади воздействия повышается вероятность аллергических реакций на вводимые аэрозоли лекарственных веществ, что необходимо учитывать при их назначении.

Орошение аэрозолями кожных покровов и слизистых *(наружная аэрозольтерапия)* увеличивает площадь контакта поврежденных участков тела с активными частицами лекарственных веществ. Это приводит к ускорению их всасывания и снижению латентного периода лечебного действия при ожогах, ранах, отморожениях, инфекционных и грибковых поражениях кожи и слизистых.

При вдыхании униполярно заряженных частиц аэрозолей *(электроаэрозольтерапия)* из-за взаимного отталкивания одноименных зарядов уменьшается их испарение и коагуляция, что увеличивает время их стабильного состояния и вероятность осаждения на слизистых. Электризация также изменяет фармакокинетику и фармакодинамику аэрозолей лекарственных веществ. В результате лечебные эффекты заряженных частиц большинства лекарственных веществ потенцируются.

Имеется некоторый антагонизм в лечебном действии разноименно заряженных частиц аэрозолей. Так, например, после ингаляции отрицательно заряженных электроаэрозолей повышается основной обмен, усиливается дренажная функция бронхов, купируется спазм их гладких мышц, снижается повышенная чувствительность рецепторов бронхов к аденозину, адреналину и гистамину. Напротив, положительно заряженные аэрозоли уменьшают колебательные смещения ресничек мерцательного эпителия, высушивают слизистую оболочку трахеи и бронхов, вызывают спазм их гладких мышц и увеличивают чувствительность хеморецепторов к вазоактивным медиаторам и биологически активным веществам.

Лечебные эффекты: *потенцированные специфические фармакологические эффекты конкретного лекарственного вещества (вазоактивный, бронходренирующий и др.).*

Показания. Острые и хронические заболевания верхних дыхательных путей, бронхов и легких, туберкулез верхних дыхательных путей и легких, острые и хронические заболевания полости рта, острые респираторно-вирусные заболевания, повреждения кожного покрова и слизистых оболочек, ожоги, трофические язвы.

Противопоказания. Аллергические реакции на вводимые лекарственные препараты, спонтанный пневмоторакс, распространенная форма эмфиземы легких, легочные кровотечения, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения I-II ФК, гипертоническая болезнь II стадии, легочно-сердечная недостаточность II-III стадии, острая пневмония, заболевания внутреннего уха, тубоотит, атрофический ринит, болезнь Меньера с частыми приступами.

Параметры. Аэрозоли различают по степени дисперсности частиц, заряду, температуре и виду дисперсной фазы.

По величине взвешенных жидких частиц лекарственного вещества выделяют *высокодисперсные* (0,5-5 мкм), *среднедисперсные* (5-25 мкм), *низкодисперсные* (25-100 мкм), *мелкока-*

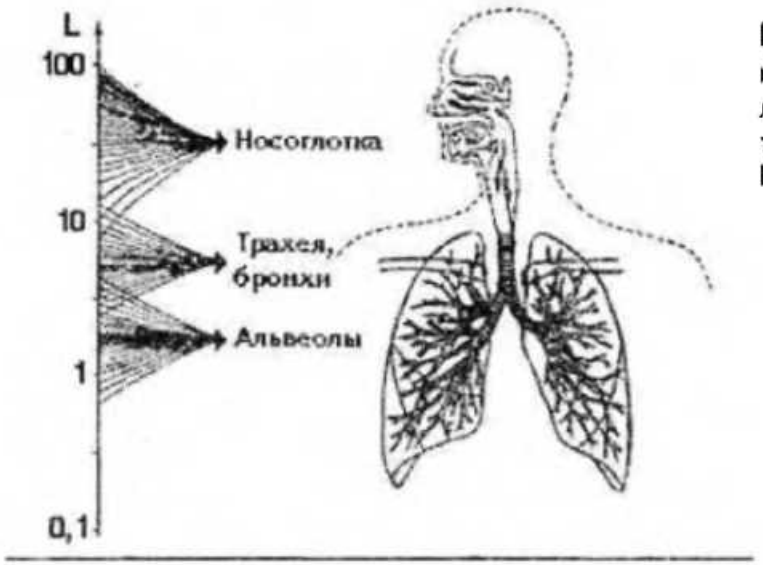


Рис. 99. Глубина проникновения аэрозолей в различные отделы респираторного тракта.
L - размеры частиц, 10^{-6} м.

пельные (100-250 мкм) и *крупнокапельные* (250-400 мкм) аэрозоли. Линейные размеры частиц лекарственного вещества влияют на их устойчивость и глубину проникновения в различные отделы бронхолегочного дерева (рис.99).

Наибольшей стабильностью состояния отличаются высоко- и среднедисперсные аэрозоли. Частицы лекарственного вещества величиной до 0,3 мкм свободно циркулируют в дыхательных путях и не оседают на слизистых оболочках. При увеличении линейных размеров частиц снижается глубина проникновения аэрозолей в респираторный тракт. Высокодисперсные частицы величиной 2-4 мкм оседают преимущественно на стенках альвеол и бронхиол, среднедисперсные (величиной 5-20 мкм) - на слизистых крупных бронхов и трахее. Низкодисперсные частицы проникают в глотку, а мелкокапельные аэрозоли полностью оседают в носовой и ротовой полостях.

Электрический заряд частиц капельных аэрозолей в 4-5 раз выше, чем у высокодисперсных. При этом мелкие частицы электроаэрозолей имеют преимущественно отрицательный заряд, а крупные - положительный.

По температуре аэрозоли делят на *холодные* (25-28° С и ниже), *теплые* (28-35° С), *индифферентные* (35-40° С) и *горячие* (40° С и выше).

По виду дисперсной фазы выделяют аэрозоли теплового пара и масел. Используемые для аэрозольтерапии лекарственные вещества (табл. 15) не должны иметь неприятного запаха и вкуса. Их концентрация, как правило, не превышает 2%.

Таблица 15

Лекарственные вещества и их **снеси,** наиболее часто применяемые для аэрозольтерапии

Лекарственные вещества (смеси), их количество в растворе	Количество раствора на одну процедуру
Паровые индивидуальные ингаляции	
Ментола - 1 г, масла эвкалиптового (персикового) - 10г	10 капель на 100 мл H_2O
Глицерина 35 мл, настойки эвкалипта - 35 мл, ментола 0,7 г, спирта этилового - 30 мл	То же
Тепловлажные индивидуальные ингаляции	
Натрия гидрокарбоната - 2 г, воды дистиллированной - 100 мл	100 мл
Натрия гидрокарбоната - 2 г, натрия хлорида - 1г, воды дистиллированной - 100 мл	100 мл
Натрия гидрокарбоната -1 г, натрия тетрабората - 1 г, калия йодида - 0,25 г, воды дистиллированной - 100 мл	100 мл
Настоя цветков ромашки - 10 г на 100 мл воды, масла ментолового - 5 капель	50-100 мл
Олететрина 0,5 г (500000 ЕД), кислоты аскорбиновой - 2 г, воды дистиллированной - 100 мл	50 мл
Воды минеральные лечебные и лечебно-столовые бутылочного розлива: Ессентуки NN4, 17, Смирновская, Нарзан и др.	100 мл
Влажные индивидуальные ингаляции	
Раствора ацетилцистеина 10% 4 мл, раствора натрия хлорида 0,9% - 5 мл	10 мл
Раствора новоиманина 1 % - 0,5 мл, раствора глюкозы 5% - 5 мл	5 мл
Раствора диоксидина 1% - 1 мл, раствора глюкозы 5% - 5 мл	6 мл
Экстракта алоэ - 1 мл, раствора новокаина 0,5% - 3 мл	4 мл
Раствора гумизоля - 5 мл	5 мл
Раствора эуфиллина 2%-2 мл, воды дистиллированной 3 мл	5 мл
Трипсина кристаллического 0,01 г, раствора натрия гидрокарбоната 1%-5 мл (развести перед ингаляцией)	5 мл
Масляные индивидуальные ингаляции	
Ментола 0,1 г, масла эвкалиптового 1 г, масла касторового 1 г, масла персикового 1 г	0,5 мл
Масла анисового 10 г, масла эвкалиптового 10 г	0,5 мл
Ментола 0,1 г, масла вазелинового 10 мл, рыбьего жира 0,8 г, масла эвкалиптового - 1 г	0,5 мл
Ментола 0,8 г, масла эвкалиптового 3 г, масла терпентинного очищенного 10 мл, масла вазелинового - 87 мл	0,5 мл
Камерные групповые ингаляции	
Раствора эуфиллина 2%-20 мл, воды дистиллированной 10 мл	30 мл
Раствора атропина сернокислого 0,1% - 1мл, раствора димедрола 1% - 2 мл, воды дистиллированной - 20 мл	20 мл

Продолжение табл. 15.

Раствора эуфиллина 2%-20 мл, раствора эфедрина 3% - 5 мл, раствора кислот» аскорбиновой- 5% - 5' мл;	50 мл
Раствора папаверина солянокислого 2% - 4 мл, раствора димедрола 1% - 2 мл, раствора эфедрина солянокислого 5% - 2 мл, воды дистиллированной - 30 мл	40 мл
Раствора новокаина 0,5% - 5 мл, суспензии гидрокортизона - 2 мл, воды дистиллированной 30 мл	40 мл
Раствора-новокаина 0,5% - 5 мл, раствора папаверина 2% - 4 мл, воды дистиллированной 30 мл-	40 мл

Наряду с отдельными препаратами для ингаляций часто применяют их различные смеси. Для ингаляционной терапии применяют *паровые, тепловлажные, влажные и масляные ингаляции.*

Паровые ингаляции. Используют водяной пар, захватывающий лекарственные вещества, находящиеся в растворенном состоянии в резервуаре ингалятора (щелочи, сульфаниламиды, отвары листьев шалфея, ромашки, настойка эвкалипта и др.). Температура ингалируемого паргг составляем **40-45° С,** чтсг приводит к возгонке содержащихся в отварах трав, листьев, шишек и почек фитонцидов. Такие ингаляции применяют в продромальный период, а также в фазу разрешения воспалительного процесса. Они противопоказаны: при- острой пневмонии, выраженном отеке, гипертрофии или полипозе слизистых, гнойном воспалении, гипертонической болезни, ишемической болезни сердца.

Тепловлажные ингаляции. Используют нагретые до 38-42° С аэрозоли растворов солей и щелочей, обладающих муколитическим и бронхолитическим эффектами. Их проводят для разжижения и эвакуации мокроты, подавления упорного кашля, улучшения дренирующей функции бронхов. После ее проведения больной должен откашляться в дренажном положении (при котором пути оттока мокроты находятся ниже места ее скопления), сделать дыхательную гимнастику или вибромассаж спины и грудной клетки. Противопоказания для проведения тепловлажных ингаляций аналогичны паровым.

Влажные ингаляции. Лекарственные вещества вводят в дыхательные пути без предварительного подогрева. В силу малой нагрузки на респираторный тракт такие ингаляции можно проводить больным в ранний послеоперационный период, для анестезии слизистой носоглотки. Их можно назначать больным, для которых противопоказаны паровые и тепловлажные ингаляции.



Рис. 100. Ингаляционная терапия



Рис. 101. Наружная аэрозольтерапия

Масляные ингаляции. При их проведении в трахео-бронхиальный тракт вводят подогретые аэрозоли различных масел, которые обладают трофическим, репаративно-регенеративных и бронхопротективным действием. В связи с этим их применяют при остром воспалении и выраженной атрофии слизистых дыхательных путей. При сочетании с тепловлажными ингаляциями необходимо предварительно удалить мокроту для профилактики образования масляно-слизистых пробок в мелких бронхах.

Для получения аэрозолей в лечебной практике используют следующие способы:

- *пневматический* (при помощи сжатого воздуха, диспергирующего лекарство);
- *ультразвуковой* (механические колебания ультразвуковой частоты вызывают кавитацию жидкости и образование мелких частиц);
- *пропеллентный* (дисперигирование частиц лекарственного вещества при помощи возгонки пропеллентов);
- *паровой* (пар при движении захватывает растворенные в резервуаре лекарственные вещества).

Для получения аэрозолей чаще применяют аппараты, диспергирующие жидкость в воздухе, - *аэрозольные генераторы* закрытого *{индивидуального)* и открытого *{группового)* типов. К первым из них относят портативные ингаляторы: Бриз, ИП-2, Диссоник, Муссон, ИН-6, ИН-7, ИП-1, ПАИ, а также стационарные универсальные ингаляторы "Арса", Аэрозоль, "Вулкан 1", "Туман 1", Paros, PulmoAide, USI и другие. Электроаэрозоли получают

при помощи аппаратов "Электроаэрозоль-1" и "ГЭИ-1". Аэрозоли для наружного применения получают с помощью ингаляторов *открытого* типа "Альбедо", Vapazon, Vaporisator, а для получения электроаэрозолей используют аппараты ГЭК-1 (генератор электроаэрозолей камерный) и ГЭГ-2 (генератор злектроаэрозолей групповой). Их размещают в специальных помещениях - *ингаляториях,* площадью не менее 12 м . В ингалятории необходима приточно-вытяжная вентиляция с 4-х кратным обменом воздуха.

Методика. Ингаляции проводят не ранее чем через 1,5 час после приема пищи в спокойном состоянии больного, без затруднения его дыхания. При заболеваниях носоглотки во время ингаляции больной производит равномерный вдох и выдох (рис. 100). При заболеваниях гортани, трахеи и бронхов больной должен делать глубокий вдох, задерживать дыхание и производить выдох через нос. Для повышения проникающей способности аэрозолей перед ингаляцией следует принимать средства, улучшающие бронхиальную проходимость (бронходилятаторы). После ингаляции необходим отдых в течение 10-15 мин. В течение часа не рекомендуют прием пищи, разговоры и курение.

При групповых ингаляциях больных располагают на расстоянии 75-120 см от аэрозольного генератора. Ингаляции электроаэрозолей производят через респираторную маску.

Наружную аэрозольтерапию выполняют путем распыления аэрозолей на поверхности кожи (рис. 101), операционного поля, ран и ожогов. Сопло генератора аэрозолей устанавливают на расстоянии 10-20 см от орошаемой поверхности. После процедуры на зону воздействия накладывают стерильную повязку, смоченную раствором распыляемого вещества.

Помимо аэроионотерапии, аэрозольтерапию сочетают с электротерапией и теплотерапией.

Дозирование процедур аэрозольтерапии осуществляют по степени дисперсности частиц (которую определяют по величине давления, расходу воздуха и распыляемых растворов в ингаляторах), глубине вдоха, концентрации лекарственного вещества и длительности процедуры.

Продолжительность ежедневно проводимых процедур - 5-15 мин. Курс лечения - 10-20 процедур. При необходимости проводят повторный курс аэрозольтерапии через 10-20 сут.

ГАЛОТЕРАПИЯ

Галотерапия (греч. 'αλς - соль) — лечебное использование аэрозоля каменной соли (хлорида натрия).

В отличие от аэрозольтерапии, в данном методе используют дисперсную систему газов воздуха, в которой взвешены твердые частицы хлорида натрия. Аэрозоль хлорида натрия проникает до уровня мелких бронхов и вызывает увеличение амплитуды движений ресничек мерцательного эпителия бронхов, активирует мукоцилиарный транспорт. Он восстанавливает нормальную осмолярноеть секрета бронхов и бронхиол снижает секреторную функцию слизистой бронхов. В результате уменьшается одышка и количество хрипов в легких. Существенно изменяется также и функция внешнего дыхания - увеличивается максимальная вентиляция легких и их жизненная емкость.

Микрокристаллы хлорида натрия при диссоциации на поверхности бронхов изменяют концентрационный градиент и усиливают пассивный транспорт в эпителиоцитах, что также способствует уменьшению их секреторной активности. Восстановление внутриклеточного pH приводит к индукции репаративно-регенеративных процессов в бронхиолах. Проникающие по межклеточным щелям в подслизистую оболочку ионы натрия деполяризуют нейролемму расположенных здесь свободных нервных окончаний и вызывают уменьшение повышенного тонуса бронхов.

В результате курсового дыхания аэрозолем хлорида натрия существенно изменяется степень аллергизации организма и иммунологический статус больных. В крови снижается содержание эозинофилов, циркулирующих иммунокомплексов и гамма-глобулинов. Уменьшается (на 30-50%) количество иммуноглобулинов А, Е и G у больных бронхиальной астмой.

Лечебные эффекты: *бронходренирующий, секретолитический, противовоспалительный, иммуносупрессивный.*

Показания. Хронические неспецифические заболевания легких (хронический необструктивный бронхит с астматическим компонентом, хронический обструктивный бронхит без признаков легочного сердца, бронхиальная астма атопическая, инфекционно-зависимая, смешанная в фазе ремиссии), заболевания ЛОР-органов (вазомоторный, аллергический ринит, хронический фарингит), заболевания кожи (экзема, нейродермит, аллергический дерматит).

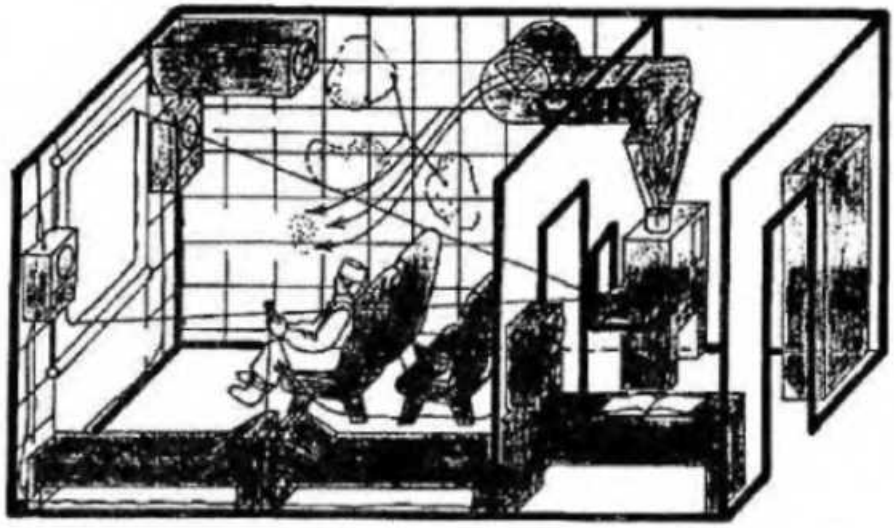


Рис.102. Галотерапия.

Противопоказания. Заболевания легких (гормонозависимая бронхиальная астма, острый бронхит, острая и хроническая пневмонии, острый ларинготрахеит, эмфизема легких) с дыхательной недостаточностью III степени, заболевания почек в стадии декомпенсации.

Параметры. Действующим фактором галотерапии является сухой высокодисперсный *аэрозоль хлорида натрия,* 80% частиц которого имеют размеры менее 5 мкм. Счетная концентрация хлорида натрия составляет 5-15 **мг·м$^{-3}$.**

Лечебные процедуры проводят в специально приспособленных помещениях - *галокамерах.* рассчитанных на одновременное лечение 4-10 больных. Стены и пол таких камер покрывают хлоридом натрия. Воздух в камеру проходит через галогенератор, в блоке которого поток воздуха проходит через стеклянный стакан с хлоридом натрия, создавая *"кипящий слой"* - хаотическое движение кристаллов в воздушном потоке. Такое движение сопровождается дезинтеграцией частиц до уровня аэрозоля, который проходит через систему раструбов, сепарирующих крупные частицы препарата. Температура воздуха в галокамере 20 - 22° С, а относительная влажность воздуха 40-70%. В настоящее время в клинике используют и индивидуальные галогенераторы.

Методика. Перед сеансом больные проходят через тамбур и плотно закрывают дверь галокамеры. Процедуры проводят, сидя в удобных креслах, одежда больных не должна стеснять дыхательные пути чтобы обеспечивать свободный вдох и выдох (рис. 102). Во время процедур для релаксации больных применяют различные аудио- и видеопрограммы, средства психотерапии.

Дозирование процедур проводят по счетной концентрации аэрозоля, производительности галогенератора и продолжительности лечебного воздействия.

Продолжительность ежедневно проводимых процедур составляет 30-60 мин, на курс лечения назначают 12-25 воздействий. Повторный курс галотерапии проводят через 6-12 мес.

Рекомендуемая литература

Боголюбов В.М. Аэрозольтерапия / Курортология и физиотерапия. Т1. - М., 1985.

Глухов С.А., Эйдельштейн С.А. Техническое оснащение аэрозольтерапии. М.: Медицина, 1974.

Лавринова Г. В., Шапаренко Б.А. Аэрозольные лекарственные вещества в оториноларинтологии. - К.: Здоровье, 1987.

Полунов М.Я. Пособие по аэрозольтерапии и профилактике. - Баку, 1983.

Портнов Ф.Г. Электроаэрозольтерапия. - Рига.: Зинатне, 1978.

Шеина А.Н. Франклинизация / Курортология и физиотерапия. Т. 1. М., 1985.

Эйдельштейн С.А. Аэрозольтерапия. М.: Медицина, 1977.

РАЗДЕЛ III. ЛЕЧЕБНЫЕ ФАКТОРЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

ГЛАВА 11

ОСНОВЫ ЛЕЧЕБНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

ФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

В основе лечебных методов, рассматриваемых в данном разделе, лежит воздействие на ткани организма тел (теплоносителей) с различной температурой. При этом происходит передача теплоты более нагретым телом менее нагретому, не связанная с переносом вещества и совершением работы (теплообмен). Единицей количества теплоты является джоуль (1 Дж). При теплообмене внутренняя энергия системы организм-теплоноситель изменяется в результате прямых взаимодействий (соударений) молекул системы. Основной характеристикой термических факторов является их *температура* - мера внутренней энергии тела, которая включает в себя энергию хаотического (теплового) движения микрочастиц и энергию их взаимодействия. Единицей измерения температуры в системе СИ является Кельвин (К), однако з лечебной практике чаще используют градус шкалы Цельсия (1° С). Как температурный интервал градус Цельсия равен Кельвину (1° С=1 К).

Количество теплоты, прошедшее через некоторую поверхность теплоносителя за фиксированный интервал времени, определяет величину *теплового потока* (силу термического воздействия). Он зависит не только от температуры теплоносителя, но и его природы. Основными параметрами теплоносителя являют-

ся *удельная теплоемкость, теплопроводность, теплоудерживающоя способность и коэффициент температуропроводности.*

Удельной теплоемкостью вещества с называется количество теплоты, отдаваемое при понижении температуры единицы массы теплоносителя на 1° С. Теплопроводность *X* характеризует плотность теплового потока при изменении температуры теплоносителя на единичном расстоянии на 1° С. Теплоудерживающую способность определяют как время снижения температуры теплоносителя на 1° С. Наконец, коэффициент температуропроводности определяет скорость изменения температуры в контактном слое теплоносителя определенной площади, т.е. является мерой теплоинерционных свойств вещества. Указанные параметры для наиболее распространенных в физиотерапии теплоносителей (контактных сред) приведены в табл. 16.

Таблица **16**

Термофизические параметры теплоносителей

Теплоносители	Теплоемкость С $кДж \cdot кг^{-1} \cdot °C^{-1}$	Теплопроводность, λ, $Вт \cdot м^{-1} \cdot °C^{-1}$	Теплоудерживающая способность, с	Коэффициент температуропроводности, D, $см^2 \cdot с^{-1}$
Вода	4,18	0,6		14,4
Лед	2,09			
Воздух	1006,9	0,025		
Парафин	3,2	0,26	1190	
Озокерит	3,34	0,17	1875	

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТКАНЕЙ ОРГАНИЗМА

Реакции тканей организма на термические факторы определяются их теплофизическими свойствами. Они обусловлены преобразованием в организме свободной энергии питательных веществ в тепловую и ее последующим поступлением в окружающую среду. Основными параметрами теплофизических свойств тканей являются *удельная теплоемкость, коэффициенты теплопроводности и температуропроводности.*

Теплоемкость C_y определяет количество теплоты, которое необходимо сообщить единице массы тела **для** того, чтобы нагреть его на один градус. При контакте тел и сред с различной температурой между ними образуется тепловой поток в направ-

лении менее нагретой среды. Теплопроводность тканей *X* характеризует величину теплового потока через них при изменении температуры на единичном расстоянии на 1° С.

Часть проходящего через ткани теплового потока будет расходоваться на их нагревание и повышение температуры различных элементов тканей. Скорость изменения температуры в каждой точке среды определяет *коэффициент температуропроводности а.*

Связь между указанными параметрами теплофизических свойств тканей определяет соотношение:

$$a = \lambda / C_v \rho, \qquad [11.1]$$

где р - плотность ткани.

Основные параметры теплофизических свойств различных тканей организма приведены в табл. 17.

Таблица 17

Основные параметры теплофизических свойств различных тканей организма

Биологические ткани и органы	Теплоемкость, C_v Дж·кг$^{-1}$·° С$^{-1}$	Теплопроводность λ, Вт·м$^{-1}$·° С$^{-1}$	Коэффициент температуропроводности, а, 10^{-8}, м^2·с$^{-1}$
Мозг	3352	0,565	16,1
Миокард	3730	0,8114	21,1
Кровь	3645-3770	0,6-0,7	15,6-17,5
Кожа	2926-3444	0,31-1,5	8-20
Жировая ткань	2300	0,1-0,25	3,7
Мягкие ткани	3360	0,44	12
Тело (в среднем)	3560	0,582	0,754

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ С ОРГАНИЗМОМ

Воздействующие на организм термические факторы влияют на жидкокристаллическую структуру клеточных мембран, скорость и направление метаболических реакций клеток и тканей и тем самым способны существенно изменять их функцию. В связи с этим важнейшим условием нормального существования организма является поддержание теплового баланса, который устанавливает равновесие между процессами теплопродукции и теплоотдачи организма. Теплопродукция (М) характеризует процесс выделения тепла при биологическом окислении, синтезе

макромолекул, транспорте веществ через биологические мембраны, мышечном сокращении и пр.). Все тепло, образующееся в организме или привносимое извне, уходит из него. Следовательно, теплоотдача определяет совокупность процессов выделения образовавшейся тепловой энергии из организма. Выделяют четыре способа теплоотдачи: *теплопроводность, конвекцию, излучение и испарение.*

Теплопроводность Q_T определяет количество тепла, переносимого при контакте кожи с твердой средой, а конвекция Q_C - с жидкой и газообразной. Перенос тепла путем излучения *OR* происходит в среднем инфракрасном диапазоне (с максимумом на λ = 9,3 мкм). Наконец, тепло, выделяемое из организма при помощи испарения пота Q_E, прямо пропорционально массе испарившейся с поверхности тела жидкости.

Количественное равенство процессов теплопродукции и теплоотдачи в организме (температурный гомеостазис) отражает уравнение теплового баланса человека:

$$M \pm Q_T \pm Q_C \pm Q_R - Q_E = 0. \qquad [11.2]$$

В обычных условиях (при температуре окружающей среды 293 К и суммарном теплообразовании организма 418 $кДж \cdot ч^{-1}$) доля различных путей теплообмена составляет: теплопроводность и конвекция - 20-30 %, излучение - 50-60 %, испарение - 20 %.

При действии термических стимулов, температура которых меньше температуры кожи человека, могут включаться все способы теплоотдачи организма (слагаемые Q_T, Q_C и Q_R в уравнении 11.2 имеют знак "-"). В противном случае, когда температура термического фактора выше температуры кожи в области воздействия, теплопроводность, конвекция и излучения служат дополнительными механизмами нагревания человека. Теплоотдача в данном случае осуществляется только путем испарения.

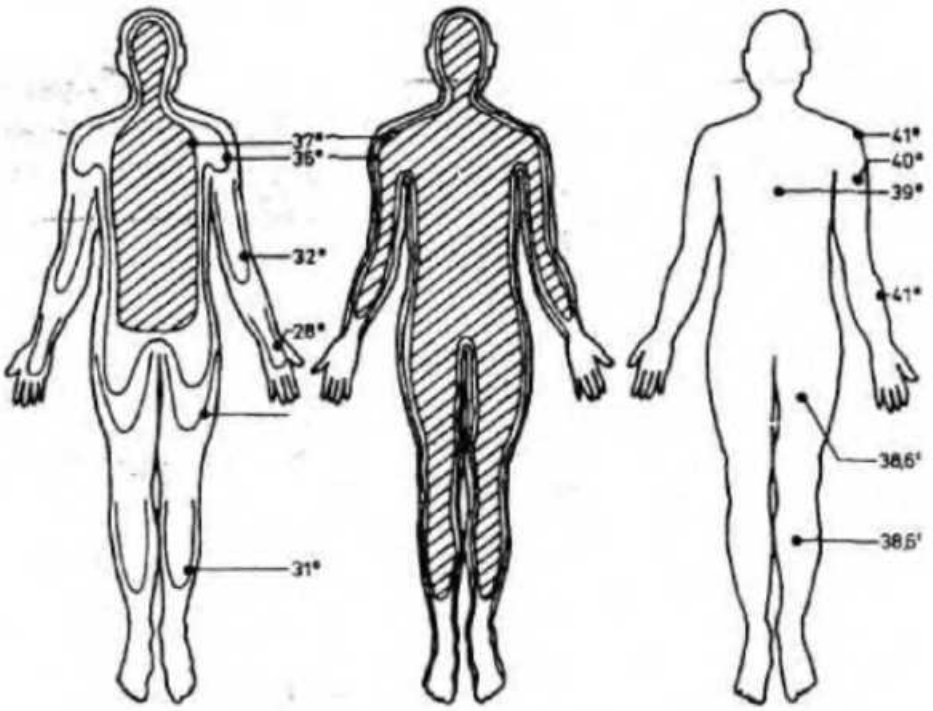


Рис. 103. Температура различных участков "оболочки" тала человека при различной температуре окружающей среды (слева направо - 20° С, 35° С, 95° *Q*.

В силу того что тепло отдается во внешнюю среду с поверхности кожи, ее температура существенно ниже температуры внутренних органов. В организме выделяют гомойотермное "ядро" (температура которого составляет 36,7-37° С) и пойкилотермную "оболочку", в состав которой входят кожа, подкожная клетчатка и ткани конечностей. Они являются своеобразным теплопроводящим "буфером" между внутренними органами и окружающей средой. Так, коэффициент теплопроводности при переносе тепла из середины туловища в мышцы составляет 0,754 $Вт \cdot м^{-1} \cdot К^{-1}$, а при переносе из мышц в кожу существенно ниже - 0,582 $Вт \cdot м^{-1} \cdot К^{-1}$. Температура "оболочки" на различных участках тела человека неодинакова. Максимальная температура (27-32° С) зафиксирована на поверхности груди и живота, а минимальная (24-28° С) - на коже кистей и стоп (рис. 103). В процессе заболевания она повышается на 1-3° С. При этом изменяется доля различных способов теплоотдачи на различных участках кожи. Исходя из этого, при применении термических факторов (особенно при общих процедурах) необходимо учитывать топографию зоны лечебного воздействия, чтобы не вызвать значительного перепада температур.

В комфортных условиях тепловой баланс организма находится на оптимальном уровне и не нуждается в коррекции путем перераспределения удельного веса различных механизмов теп-

лоотдачи. Для различных сред-теплоносителей комфортная температура организма неодинакова: для углекислого газа она составляет 12-13° С, воздуха - 22-26° С, воды - 35-36° С.

Термические стимулы на начальном этапе изменяют степень растяжения коллагеновых и эластиновых волокон дермы между которыми расположены тесно связанные с ними инкапсулированные (тельца Пачини, Мейснера, Руффини, колбы Краузе и др.) и свободные нервные окончания. Изменение напряжения коллагеновых и эластиновых волокон вызывает деформацию вспомогательных аппаратов рецепторов кожи, что приводит к модуляции их функциональных свойств. В результате возникают рефлекторные реакции, формируемые на различных уровнях центральной нервной системы.

Модулированные термическими факторами афферентные импульсные потоки от рецепторов кожи через задние корешки спинного мозга поступают на вставочные нейроны задних рогов. Отсюда они по автономным и соматическим эфферентным проводникам своего спинального уровня поступают к соответствующим группам скелетных мышц и внутренним органам. Кроме того, потоки нервных импульсов преимущественно по неоспиноталамическому тракту достигают таламуса и после переключения - соматосенсорной зоны коры, в которой осуществляется контралатеральная соматотопическая локализация области воздействия термических факторов.

Часть афферентного потока нервных импульсов по палеоспиноталамическим и спиноретикулярным трактам поступает через ретикулярную формацию в переднюю область гипоталямуса (медиальную преоптическую зону), в котором сравниваются со спонтанной спайковой активностью центральных термосенсоров, которые способны различать разницу в температуре не менее 0,011° С. Анализ величин температуры тела и заданной температуры, подлежащей регулированию ("установочной точки" терморегуляции) завершается выработкой управляющих импульсных потоков, поступающих по холинергическим нейронам в задний гипоталямус. Через него эфферентные аминергические нейроны осуществляют управление тепловым балансом организма. Оно осуществляется при помощи автономных и симпатических нервных волокон, некоторых гормонов (тироксин и трийодтиронина) и биологически активных веществ (простогландины, аденозин, вещество Р) и медиаторов (норадреналин и гистамин). Факторы локальной сосудистой регуляции влияют преимущественно на тонус сосудов и перераспределение крови, при помощи ко-

торой осуществляется перенос тепловой энергии от внутренних органов к поверхности кожи и слизистых оболочек.

Начальная активация симпатических волокон тепловым и Холодовым факторами обусловливает *одинаковую* направленность начальных этапов сосудистых реакций при местном воздействии тепла и холода. И тепловой и холодовой факторы вызывают сужение артериол в течение первых 20-30 с воздействия. В последующем под влиянием тепловых факторов спазм сосудов быстро сменяется их расширением, а под действием Холодовых он продолжается несколько минут. Кроме кровообращения, активация системы терморегуляции приводит к вовлечению в процесс поддержания гомеостазиса эффекторов других регуляторных систем - дыхательной и выделительной.

Тепловые факторы при общем нагревании активируют α_2-адренорецепторы депрессорной зоны сосудодвигательного центра, которые ослабляют тонус симпатических адренергических сосудосуживающих волокон. Торможение вазоконстрикторной активности симпатических волокон приводит к вазодилятации сосудов кожи и раскрытию артериоловенулярных анастомозов. Последующее увеличение кровотока в коже связано с нагреванием кожи, снижением афинности α_1-адренорецепторов дермальных сосудов к норадреналину и выделением гистамина из лаброцитов. Последний через H_1-гистаминовые рецепторы гладких мышц вызывает расширение артериол подсосочкового слоя. Такая активная нейрогенная вазодилятация приводит к увеличению объемной скорости (кровотока в коже в 8 раз (с 0,2-0,5 $л \cdot мин^{-1}$ до 2,5-3 $л \cdot мин^{-1}$) и повышению ее теплопроводности до 1,5 $Вт \cdot м^{-1} \cdot К^{-1}$. Наиболее интенсивное изменение кровотока происходит там, где имеется значительное число артериоловенулярных анастомозов - в коже пальцев рук и ног. К примеру, в пальцах кистей кровоток может усиливаться в 600 раз.

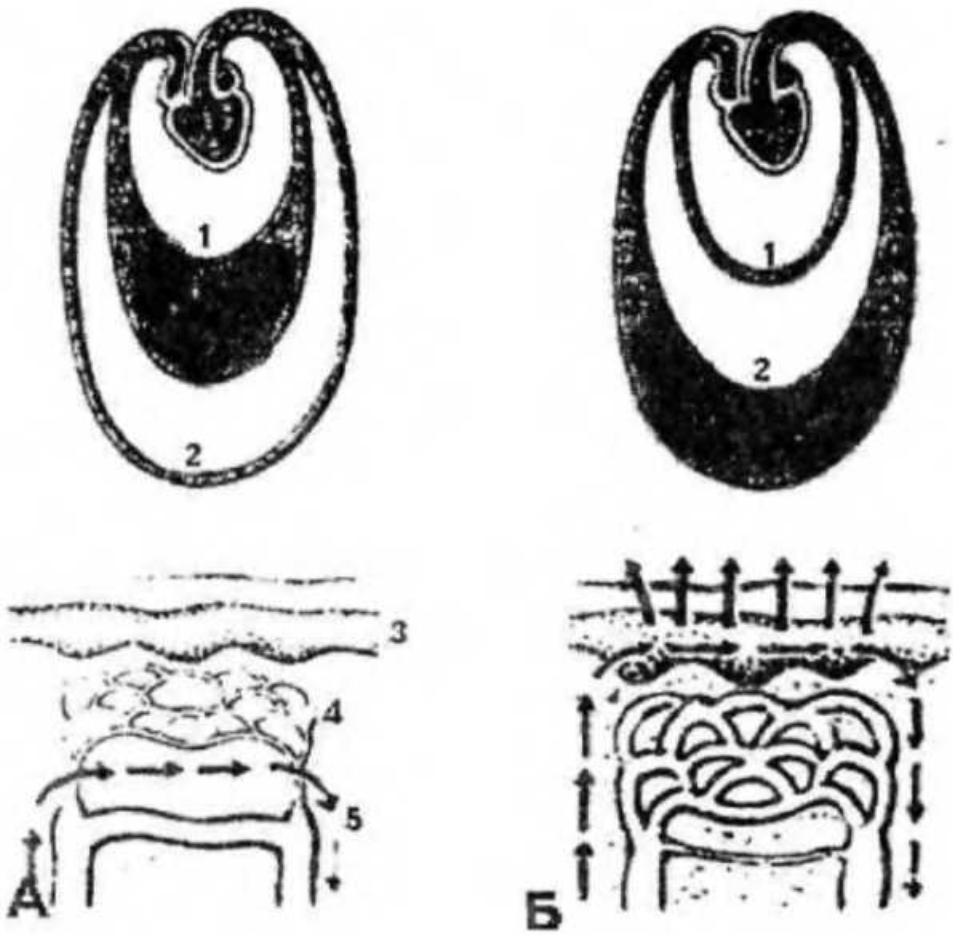


Рис. 104. Механизмы теплоотдачи организма при действии Холодовых (А) и тепловых (Б) факторов

1 - сосуды внутренних органов; 2 - сосуды кожи; 3 - дерма; 4 - поверхностное сосудистое русло; 5 - глубокое сосудистое сплетение кожи

Происходящее при общем нагревании организма перераспределение объема циркулирующей крови (рис. 104) приводит к рефлекторному сужению сосудов органов желудочно-кишечного тракта *[закон Дастра-Моррата).* Кроме того, сочеющаяся с активацией депрессорной зоны сосудодвигательного центра активация адренергических волокон моторного ядра блуждающего нерва вызывает брадикардию и усиление сократительной способности миокарда, брадипноэ, расширение просвета бронхов, повышение моторной активности органов желудочно-кишечного тракта.

Сосудистые реакции являются основными в механизмах теплоотдачи при нагревании "оболочки" на 0,7-2,2° С. При ее дальнейшем повышении ведущую роль в механизмах теплоотдачи на фоне повышенного кровотока в поверхностных тканях начинает играть

испарение пота с поверхности тела Затраты тепловой энергии в этом случае превышают 2400 $кДж \cdot кг^{-1}$. Усиление потоотделения происходит за счет повышения тонуса симпатических холинергических нервных волокон, что приводит к активации М-холинорецепторов и расширению просвета потовых и сальных желез.

При местном воздействии тепловых факторов происходит расширение просвета капилляров без раскрытия артерио-венулярных анастамозов. Ведущую роль в развитии локальной гиперемии играет прямое действие тепла на гладкую мускулатуру артериол, приводящее к снижению их миогенного тонуса, повышению объемной скорости кровотока и последующему растяжению эндотелия капилляров за счет повышения гидростатического давления крови. Повышение скорости кровотока в капиллярах вызывают также выделяющиеся при локальном нагревании участков кожи биологически активные вещества (простагландины E_2 и H_2, вещество Р, оксид азота), медиаторы (допамин, аденозин, гистамин) и продукты активированного теплом метаболизма клеток. Наконец, за счет уменьшения чувствительности α_1-адренорецепторов венул к норадреналину может происходить локальная венодилятация.

При общем охлаждении организма происходит снижение температуры крови, рефлекторная активация задней доли гипоталамуса и прессорной зоны сосудодвигательного центра. Возникающее повышение тонуса симпатических адренергических вазоконстрикторных волокон приводит к сужению просвета артериол и венул кожи (рис. 104), а угнетение симпатических холинергических волокон способствует сужению просвета потовых желез и резкому снижению потоотделения. В результате теплопроводность кожи при ослабленном кровотоке снижается до 0,31 $Вт \cdot м^{-1} \cdot К^{-1}$.

Из-за повышения миогенного тонуса сосудов и последующего сужения артериол и капилляров в "оболочке" происходит перемещение крови во внутреннние органы "ядра" и централизация кровообращения. Уменьшается потеря воды, усиливается диурез и увеличивается осмолярность плазмы крови. Развивающаяся гиповентиляция легких приводит к метаболическому ацидозу и снижению pH крови. Дальнейшее охлаждение приводит к повышению терморегуляционного тонуса мышц (низкочастотному зубчатому тетанусу отдельных двигательных единиц) и активации теплопродукции организма, потенцируемой выделяющимися тиреоидныыми гормонами - тироксином и трийодтиронином.

При местном воздействии холода вазоконстрикцию сосудов вызывают преимущественно локальные вазоактивные вещества (простогландин $F_{2\alpha}$, эндотелии). Такая реакция не оказывает существенного влияния на системную гемодинамику и сердечную деятельность. Кроме того, выделяющийся в месте воздействия из окончаний адренергических симпатических волокон норадреналин через р-адренорецепторы активирует процессы липолиза в тканях. При этом в кровь выделяются свободные жирные кислоты, окисление которых приводит к значительному выделению тепла.

В формировании интегральных реакций на термические стимулы на организм больного одновременно действуют также механический и химический факторы, обусловленные природой теплоносителя (вода, газ, твердые среды и пр.).

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЛЕЧЕБНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Классификация термических стимулов основана на понятии *индифферентной* температуры, при которой сохраняется относительное постоянство температуры различных областей "оболочки" организма. Для различных видов теплоносителей она различна. Так, например, для воды она численно равна температуре "ядра" организма (36-37° С), а для воздуха - 25-26° С. В соответствии с величиной индифферентной температуры различают *холодные, прохладные, индифферентные, теплые, горячие и очень горячие* лечебные термические факторы.

В соответствии с температурой действующих факторов и видом термоносителей (вода, лед, хладагенты, пар, воздух, песок, парафин и пр.) выделяют следующие виды термотерапии (табл. 18).

Таблица 18

Методы лечебного применения термических факторов

Вид и характер фактора	Методы лечебного применения
Пресная вода	Гидротерапия - обливание - обтирание, - влажное укутывание -души - ванны - кишечное промывание
Водяной пар	Бани
Лед и другие хладагенты	Криотерапия
Парафин	Парафинотерапия
Озокерит	Озокеритотерапия
Химические термоносители	Пакетная теплотерапия Теплопунктура
Химические хладоагенты	Пакетная криотерапия Криопунктура

Рекомендуемая литераура

Березовский В. А, КолотилоВ Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека: Справочник. Киев.: Наукова думка, 1990.

Физиология терморегуляции. Руководство во физиологии / Под ред. {СП.Иванова. *П.:* Наука, 1984.

Сломим АД. Эволюция терморегуляции. Л.: Наука, 1986.

ГЛАВА 12

ГИДРОТЕРАПИЯ

Гидротерапия - лечебное применение пресной воды. Физиологическую основу гидротерапии составляют реакции больного на термический, механический и химический факторы, среди которых ведущая роль принадлежит термическому. В формировании ответных реакций организма на гидролечебные факторы участвуют механизмы физической и химической терморегуляции. При этом активируется каскад рефлекторных реакций, осуществляемых нейрогуморальным путем с участием различных систем организма. Нагревающее действие воды реализуется преимущественно через парасимпатическую нервную систему, а охлаждающее - через симпатическую. С учетом значений комфортной температуры выделяют *холодные, прохладные, индифферентные, теплые и горячие* гидролечебные процедуры, которые могут быть общими и местными.

ВЛАЖНОЕ УКУТЫВАНИЕ

Влажное укутывание - лечебное воздействие на тело больного гидрофильной ткани, смоченной водой комнатной температуры.

В зависимости от площади воздействия выделяют *общее влажное укутывание* и местное воздействие влажной ткани - *компресс.* При укутывании больного влажной простыней и поверх нее - одеялом изменяются условия теплоотдачи организма. В ее структуре возрастает удельный вес теплопроводности и испарения через кожу лица. В течение процедуры происходят фазные изменения терморегуляции больного.

В *первую* фазу (первые 10-15 мин) за счет разницы температур простыни и "ядра" тела больного происходит выделение

тепла из организма и понижение его температуры. В первые 1-2 мин охлаждающее действие воды приводит к углублению и замедлению дыхания и учащению сердечных сокращений. Раздражение термочувствительных структур и активация механорецепторов вызывают кратковременный спазм сосудов кожи, подкожной клетчатки и скелетных мышц, а также активируют подкорковые центры и кору головного мозга.

Во *вторую* фазу (20-40 мин после начала процедуры) разность температур простыни и "ядра" уменьшается и снижается активность сосудистых механизмов теплопроводности ("тепловой комфорт"). Наступает расширение сосудов кожи и подкожной клетчатки, увеличение массы циркулирующей в них крови, что приводит к ослаблению сосудистого тонуса, снижению артериального давления и частоты дыхания. Возбуждение в коре головного мозга сменяется продолжительным торможением, чему способствует снижение интенсивности афферентного потока с механорецепторов кожи, у больного зачастую развивается дремотное состояние.

В *третью* фазу (40-60 мин после начала процедуры) у больного возникает "тепловой дискомфорт" и начинает преобладать тепловыделение путем испарения. Это приводит к обильному потоотделению, выделению через протоки потовых желез продуктов азотистого обмена и уменьшению отеков.

Аналогичные процессы происходят при наложении на ограниченный участок тела согревающего компресса, который усиливает местный кровоток и трофику тканей, снижает повышенный мышечный тонус. Напротив, охлаждающий компресс стимулирует симпатические вазоконстрикторы, вызывает спазм поверхностных сосудов кожи. Кроме того, холодовой фактор уменьшает болевые ощущения, обусловленные сосудистым спазмом, препятствует нарастанию отека и замедляет развитие начальных стадий воспаления.

Лечебные эффекты общего влажного укутывания: *тонизирующий (I фаза), седативный (II фаза), терморегулирующий (потогонный) (III фаза);* компресса: *анальгетический, противовоспалительный (противоотечный).*

Показания. Заболевания внутренних органов в период рекон валесценци и, неврастения, нейро-циркуляторная дистония по гипертоническому типу, гипертоническая болезнь I стадии, ожирение, подагра, острые повреждения и травмы опсрно-двигательного аппарата.

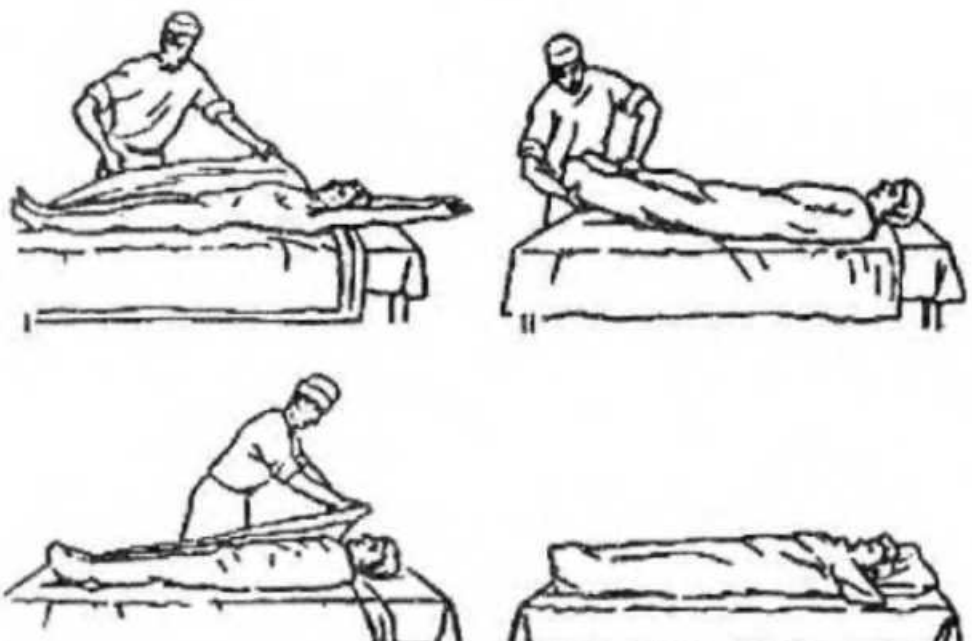


Рис. 105. Последовательность выполнения влажного укутывания.

Противопоказания. Заболевания миокарда, кожи, гипергидроз.

Параметры. Температура воды, в которой смачивают простыню для укутывания, не должна превышать 25-30° С, для согревающего компресса -15-20° С, а для охлаждающего применяют холодную воду со льдом при температуре 2-5° С.

Для проведения укутывания применяют смоченную в воде комнатной температуры и хорошо отжатую холщовую простыню и шерстяное одеяло. При наложении компресса используют сосуд с водой (горячей или холодной), салфетку или полотенце, компрессную клеенку, мягкую шерстяную ткань или компрессную вату, а также бинт для фиксации.

Методика. При проведении общего влажного укутывания (рис. 105) на кушетке предварительно стелют шерстяное одеяло, поверх которого кладут смоченную водой (температура 25-30° С) и отжатую холщовую простыню. В определенной последовательности в простыню заворачивают обнаженного больного и укутывают его одеялом. Для исключения раздражения кожи одеялом шею больного закрывают полотенцем; на лоб накладывают смоченную в холодной воде и отжатую салфетку. После процедуры больной принимает дождевой душ (1,5-2 мин, температура воды 34-35° С), затем тщательно вытирается и отдыхает 10-20 мин.

Ослабленным больным вместо влажного укутывания проводят обмывание или растирание тела поверх простыни до ощущения



Рис.106. Согревающий компресс 1- гидрофильная ткань; 2 - водонепроницаемый материал; 3 - вата; 4 - фиксирующий марлевый бинт

тепла *(обтирание).* При непереносимости больным влажных укутываний по тем же правилам проводят сухое укутывание, которое оказывает успокаивающее и потогонное действие.

При выполнении обмывания обнаженного больного быстро протирают сверху вниз с помощью отжатой губки или мохнатого полотенца 2-3 раза, после чего тщательно растирают холщовым полотенцем в течение 2-4 мин до появления гиперемии. Затем больного закутывают в согретую простыню и укладывают в постель. Обмывания начинают при температуре воды 30-32° С, постепенно понижая ее до 18-20 ° С к концу курса лечения.

Обтирание проводят обнаженному больному, укутанному в смоченную водой и тщательно отжатую холщовую простыню. Поверх простыни энергично в течение 3-5 мин растирают тело до появления ощущения тепла. Результатом правильно назначенного и выполненного обтирания является рефлекторное покраснение кожи. Затем простыню снимают и обливают больного водой температуры 30-32° С, постепенно снижая ее в процессе курсового лечения до 20° С и ниже. После процедуры больному рекомендуют отдых и сон в постели в течение 0,5-1 часа.

Для проведения *согревающего компресса* на участок воздействия последовательно накладывают смоченную в воде (температура 20 °С) и отжатую салфетку (полотенце), выступающую за края салфетки на 2-3 см клеенку (вощаную бумагу), слой ваты или шерстяной ткани и фиксируют их бинтом (рис. 106). Свободные края клеенки должны плотно прилегать к коже и не пропускать воздух. Охлаждающий компресс выполняют сменяемыми через каждые 5-8 мин, смоченными холодной водой отжатыми салфетками, которые располагают на месте повреждения.

Дозирование лечебных процедур осуществляют по температуре воды, в которой смачивают простыню (салфетку), продолжительности лечебного воздействия и количеству процедур.

Продолжительность ежедневно или через день проводимых влажных укутываний выбирают в зависимости от необходимого эффекта **(I-III фазы)**. Она не превышает 60 мин. На курс лечения назначают 15-20 процедур, при необходимости его повторяют через 2-3 мес. Согревающий компресс накладывают на 6-8 ч, а охлаждающий - 15-20 мин. Количество процедур определяют исходя из показаний (обычно - не более 3-5).

ДУШИ

Души - лечебные воздействия на организм струями воды различной формы, направления, температуры и давления.

Ударяющиеся о тело больного струи воды вызывают кратковременную периодическую деформацию различных участков кожи с последующим раздражением заложенных здесь многочисленных механорецепторов и термочувствительных структур. В результате нарастает содержание в коже локальных вазоактчзных пептидов (гистамин, брадикинин, простогландины и др.), которые, в зависимости от температуры падающей воды, вызывают кратковременные изменения тонуса артериол подсосочкового слоя дермы и расположенных глубже лимфатических сосудов кожи. Горячие и кратковременные холодные души повышают тонус скелетных мышц и сосудов, в результате чего увеличивается общее периферическое сопротивление сосудистой сети. Они изменяют продолжительность фаз сердечного цикла, вызывают увеличение ударного объема и укорочение периода изгнания (положительный инотропный и батмотропный эффекты). Напротив, теплые и прохладные души снижают тонус сосудов, уменьшают артериальное давление и индуцируют иммунные процессы в коже.

Активация значительного количества вазодилятаторов, наряду с выраженной сосудистой реакцией, вызывает расширение сосудов, значительный приток крови к коже и ее покраснение (активная гиперемия). Указанные реакции усиливаются при увеличении давления водяной струи на тело больного (механический фактор) за счет активации средне- и высокопороговых механорецепторов кожи.

Возникающие восходящие потоки афферентной импульсации активируют центры вегетативной нервной системы, подкорковые структуры и изменяют возбудимость коры головного мозга. Холодные и горячие души возбуждают корковые процессы, стимулируют гипоталямо-гипофизарную систему и трофические процессы во внутренних органах. Напротив, теплые и прохладные души активируют тормозные процессы в коре и ограничивают приток сенсорной информации из болевого очага.

Лечебные эффекты: *тонизирующий, седативный, вазоактивный, спазмолитический, трофический, иммуностимулирующий.*

Показания. Последствия заболеваний и травм опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы (плексит, невралгия, миозит), неврастения (гипостеническая форма), депрессивные состояния, вегето-сосудистые дисфункции, болезнь Рейно, вялогранулирующие раны, нейроциркуляторная дистония, гипертоническая болезнь I-II стадии, гипотоническая болезнь, постинфарктный кардиосклероз, хронический гастрит, язвенная болезнь в стадии ремиссии, хронические колиты и функциональные расстройства кишечника, хронический сальпингоофорит, нарушения менструального цикла, климакс, геморрой, сексуальный невроз, облитерирующий атеросклероз сосудов конечностей, варикозная болезнь, хроническая венозная недостаточность, ожирение I степени.

Противопоказания. Ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения III ФК, заболевания дыхательной системы, мочекаменная болезнь, калькулезный холецистит, вторая половина беременности, истерия, атеросклероз сосудов головного мозга, заболевания кожи.

Параметры. По виду воздействия души делят на *местные* и *общие.* По возрастающей интенсивности механического воздействия общих душей (в форме струи) последовательно выделяют *пылевой, дождевой, игольчатый, циркулярный, веерный, струевые (Шарко, шотландский) души и подводный душ-массаж.* Из местных душей наиболее часто применяют *промежностный* (восходящий). Кроме непрерывных, используют импульсные души с частотой подачи воды до 300 **имп·мин$^{-1}$**

По давлению струи воды различают души *низкого* (30-100 кПа), *среднего* (100-200 кПа) и *высокого* (200-400 кПа) давления. 8 зависимости от температуры воды выделяют *холодные* (ниже ,20° С), *прохладные* (20-34° С), *индифферентные* (35-

37° С), *теплые* (38-39° С) и *горячие* (40° С и выше) души. Наряду с. душами постоянной температуры применяют контрастный (шотландский) душ переменной температуры - от 15 до 45° С. По направлению и форме водяной струи различают нисходящие (падающие), восходящие, циркулярные и струевые души. Подводный душ-массаж проводят в ванне емкостью 400-600 л, наполненной водой температуры 35-37° С. Давление воды в струе составляет 100-400 кПа.

Для проведения душей применяют специальное устройство - водолечебную кафедру ВК-3, при помощи которой подают воду различной температуры и давления к 4-м душевым установкам. Кроме того, используют несколько наконечников с различными размерами и количеством отверстий для изменения диаметра и направления выходящих струек воды. Для проведения подводного душа-массажа используют специальные аппараты ETH Universal, с душевыми насадками различной формы и площади (30-120 мм^2).

Методика. К различным душевым установкам, соединенным трубами с водолечебной кафедрой, подводят воду фиксированной температуры и давления. Для проведения процедуры сначала открывают входные вентили холодной и горячей воды, а затем краны смесителя соответствующего душа и регулируют температуру и давление струй воды. После этого приступают к проведению душа. После окончания процедуры душевой кран закрывают.

Дождевой (игольчатый и пылевой) души. Обнаженный больной располагается под сеткой соответствующего душа. В зависимости от диаметра отверстий в ней поток проходящей воды падает на больного в виде дождя, острых струек или водяной пыли. Температура воды от 39 до 20° С, давление воды - 100-150 кПа.

Струевой душ. При выполнении душа Шарко на тело обнаженного больного, находящегося на расстоянии 3-4 м от душевой кафедры, веером, а затем компактной струей направляют поток воды (рис. 107). Воздействуют с ног до головы сначала на переднюю, а затем на боковые и заднюю поверхности тела. При этом избегают попадания компактной струи на голову, половые органы, молочные железы и позвоночный столб. После этого струю направляют последовательно на конечности по ходу магистральных кровеносных сосудов и веером - на живот. Температуру воды постепенно понижают с 36-34° С при первых 2-3

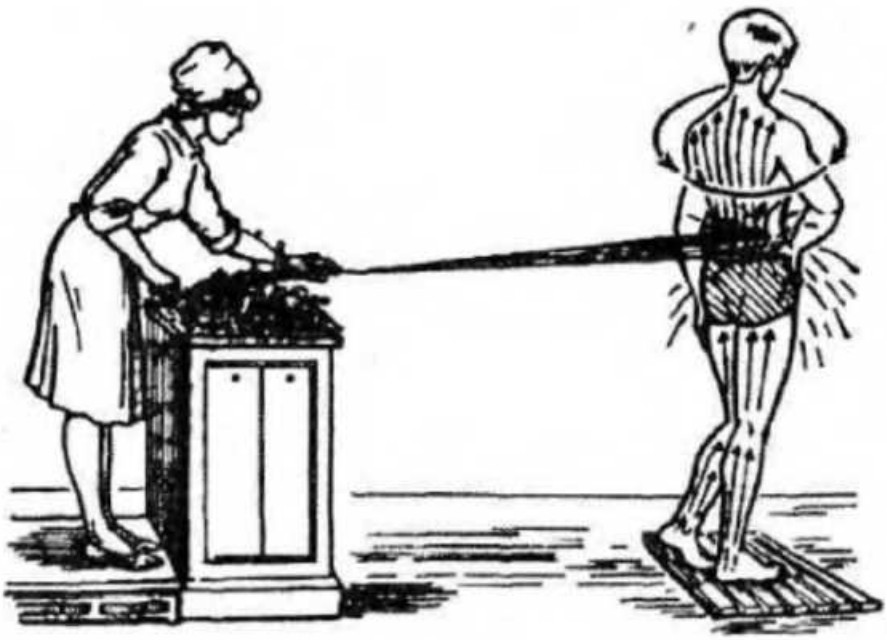


Рис. 107. Струевой душ (Шарко).

процедурах и доводят до 20° С к концу курса лечения. Давление струи воды постепенно повышают с 150 до 250 кПа. При проведении шотландского душа на больного в той же последовательности попеременно воздействуют горячей (температура 38-42° С) водой в течение 30-40 с, а затем холодной (температура 20-15° С) - в течение 15-20 с с постепенным увеличением разности температур. При выполнении веерного душа воду из шланга направляют на тело человека струей в форме веера.

Циркулярный душ. На обнаженного больного воздействуют многочисленными горизонтальными струйками воды, получаемыми с помощью специальной системы вертикальных труб с тонкими отверстиями (рис. 108). Температуру воды постепенно понижают с 36-34° С при первых процедурах до 25° С к концу курса лечения, а давление повышают от 100 до 150 кПа.

Восходящий (промежностный) душ. В положении больного сидя на треногом кольцевидном табурете с обращенным вверх сетчатым наконечником воздействуют струями воды на область промежности (рис.109). Температура воды в зависимости от показаний может быть теплой, индифферентной, прохладной или холодной.

Подводный душ-массаж. На обнаженного больного, помещенного в ванну емкостью 400-600 л или в специальный бассейн, воздействуют компактной струей воды из помещенного в воду на расстоянии 15-20 см от тела наконечника (рис. 110).

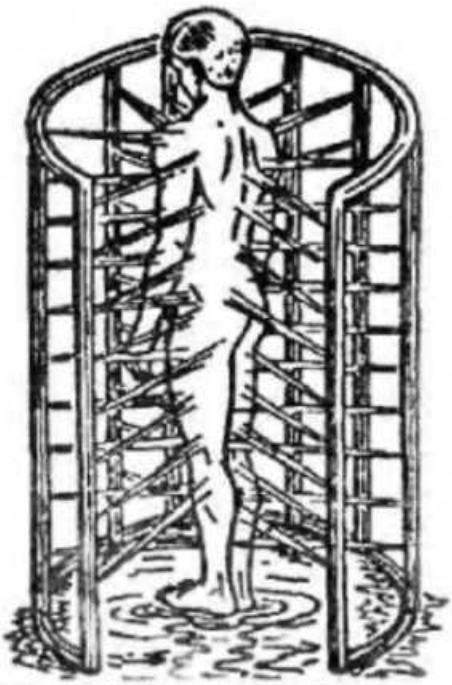


Рис. 108. Циркулярный душ



Рис. 109. Промежностный душ

Изменение направления движения струи воды осуществляют по общим правилам массажа (см. *Лечебный массаж).* Струю воды последовательно направляют от периферии к центру, от дистальных участков конечностей к проксимальным. Температура воды массирующей струи (и воды в ванне) - 35-37° С. Давление воды регулируют в зависимости от области воздействия от 100 (на переднюю брюшную стенку) до 400 кПа (на конечности). При этом избегают воздействий на область сердца, молочных желез и половых органов.

Возможно сочетание различных видов душа, когда вместе с основной процедурой одновременно воздействуют потоком воды на шейную или поясничную зоны позвоночника. Наряду с этим применяют воздействие импульсного точечного душа на биологически активные зоны *(флюидопунктура).*

Души *дозируют* по температуре воды, давлению струи и продолжительности процедуры. Температуру воды, подаваемой на душевые установки, определяют по термометру на панели Душевой кафедры. Давление холодной и горячей воды, поступающей в смесители водолечебной кафедры, должно быть одинаковым, не ниже 250 кПа. Давление используемой для проведения душа воды дозируют при помощи манометра водолечебной кафедры.

Продолжительность ежедневно или через день проводимых процедур различна для разных душей и составляет от 2 до 20 мин, курс лечения - до 15-20 процедур. Повторное использова-



Рис. 110. Подводный душ-массаж.

ние душей рекомендуется через 1 мес, душа-массажа - через 2-3 мес.

ВАННЫ

Ванны - лечебные воздействия на больного, погруженного в водную среду. В отличие от душей, при проведении ванн на больного в течение всей процедуры постоянно действуют механический, термический и химический факторы. В зависимости от химического состава, температуры и гидростатического давления воды выделяют различные виды ванн.

Пресные ванны

Пресные ванны - воздействие на погруженное в пресную воду тело больного.

В силу различия температуры воды в ванне с температурой "оболочки" или "ядра" организма при погружении больного происходит изменение величины и направления теплового потока, а также структуры теплообмена. Указанные процессы являются следствием активации нейро-гуморальных механизмов регуляции теплопродукции и теплоотдачи.

Холодная вода ванны усиливает физическую теплопродукцию и гидролиз макроэргических соединений в печени и скелетных мышцах. Происходят фазовые изменения тонуса сосудов кожи: кратковременный спазм и побледнение кожи сменяется расширением сосудов и ее активной гиперемией к 3-5 мин.

Теплая вода ванны увеличивает интенсивность теплового потока внутрь организма. Его величина нарастает с повышением температуры воды и достигает 34,9 $кДж \cdot мин^{-1}$ (при 40° С). В результате возрастает теплоотдача организма, ведущую роль в которой начинает играть испарение с поверхности лица, шеи и верхней трети грудной клетки. Возникающие вследствие возбуждения термомеханочувствительных структур восходящие импульсные потоки по спиноталамическим и спиноретикулярным трактам достигают термосенсорных структур головного мозга и вызывают перераспределение сосудистого тонуса и тонуса скелетных мышц, изменяют вегетативную регуляцию висцеральных функций. В результате происходит расширение сосудов "оболочки", гиперемия кожи и нарастание кровотока в ней с 0,2-0,5 до 4,8 $лмин^{-1}$ (при 40° С). Кроме того, тепловой фактор ванн приводит к усилению тормозных процессов в коре головного мозга и выделению серотонина в его стволовых структурах.

Утилизация алгогенных медиаторов и субстанций сопровождается снижением болевой чувствительности кожи и мышц. При погружении в теплую ванну у больного замедляется частота сердечных сокращений, урежается и углубляется внешнее дыхание и усиливается степень поглощения кислорода в альвеолах. В крови повышается содержание гемоглобина и понижается количество эозинофилов, Т-лимфоцитов, а также ионов H^+ и K^+. За счет активации факторов IX и XII повышается свертываемость крови. Увеличивается суточный диурез и количество выводимых с мочой ионов калия.

При местных ваннах локальное воздействие на рефлексогенные зоны и биологически активные области приводит к существенному изменению тонуса сосудов. При воздействии на ступни *(ножные горячие ванны по Гауффе)* происходит расширение сосудов головного мозга. Аналогичные ручные ванны приводят к расширению коронарных сосудов. Напротив, прохладные ванны области таза (сидячие ванны) вызывают сужение сосудов носоглотки, бронхов и легких.

Характер гормональных реакций на тепловой и холодовой факторы зависит также от времени суток. Так, холодная ванна

стимулирует функцию коры надпочечников при утреннем приеме, а горячая - при вечернем. Контрастные ванны усиливают углеводный, липидный и водно-минеральный обмены в организме, что приводит к значительному снижению массы тела (на 200-400 г в день). Переменное мышечное напряжение, наряду с активацией термогенеза, усиливает мышечный тонус, снижает повышенное артериальное давление, усиливает сократимость миокарда и улучшает его проводимость. Активация термочувствительных структур способствует повышению синтеза свободных форм гормонов, что приводит к повышению психоэмоциональной устойчивости и восстановлению нарушенного основного обмена организма.

При погружении больного в воду на него одновременно действуют сила тяжести и сила Архимеда, разность которых обусловливает уменьшение его веса на 9/10 от первоначального. Малый градиент гидростатического давления ($\cong$**10 кПа·м$^{-1}$**) недостаточен для возбуждения механорецепторов кожи, однако способен изменить функциональные свойства телец Меркеля кожи, порог возбуждения которых на порядок выше. Имбибиция кожи пресной водой растворяет гидроксикерамиды эпидермиса, уменьшает болевую и тактильную чувствительность кожи. У больных возникает ощущение комфорта и "невесомости". Различное гидростатическое давление на переднюю и заднюю поверхности тела вызывает изменение удельного веса межреберных мышц и диафрагмы в формировании дыхательного паттерна, повышение кровотока и лимфооттока во внутренних органах ("ядре"). Для усиления действия механического фактора применяют периодическое движение различных слоев воды *(вибрационные ванны)* или пузырьки газа *(газовые ванны).*

Потенцированное действие термического и механического факторов, информация о которых поступает в головной мозг по единым восходящим путям, приводит к формированию генерализованных реакций целостного организма. Они стимулируют продукцию АКТГ и соматотропина аденогипофизом, выработку кортикостероидов и катехоламинов надпочечниками. Указанные гормоны и медиаторы повышают резистентность организма и мобилизуют систему терморегуляции, ответственную за индивидуальную адаптацию к термическому фактору. В результате возрастает устойчивость организма к теплу или холоду, а также пределы мобилизации функциональных резервов адаптации организма. Амплитуда таких реакций прогрессивно нарастает в течение курсового приема ванн.

Лечебные эффекты: *вазоактивный, метаболический, трофический, тонизирующий, седативный, спазмолитический, анальгетический.*

Показаний. Заболевания и последствия травм периферической (неврит, невралгия, радикулит, миальгия) и центральной (неврозы, закрытые травмы головного мозга, спастический паралич, детский церебральный паралич, атеросклероз сосудов головного мозга) нервной системы; заболевания органов дыхания (бронхиальная астма, хроническая пневмония), кровообращения (нейро-циркуляторная дистония, гипертоническая болезнь I-II стадий), пищеварения (хронический гастрит, колит, дискинезия желчевыводящих путей, хронический некалькулезный холецистит), почечнокаменная болезнь, ожирение I-III степени, импотенция, геморрой.

Противопоказания. Острые воспалительные заболевания или обострение хронических заболеваний, вегетативные полиневропатии, гипотоническая болезнь, рецидивирующий тромбофлебит, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения III-IV ФК, недостаточность кровообращения II стадии, глаукома, мокнущие дерматиты.

Параметры. Температура воды в пресных ваннах колеблется от 15 до 40° С. В зависимости от ее значения ванны разделяют на *холодные* (ниже 20° С), *прохладные* (20-34° С), *индифферентные* (35-37° С), *теплые* (38-39 ° С) и *горячие* (40° С и выше). Наряду с ними применяют контрастные ванны и ванны постепенно повышаемой температуры.

Исходя из объема погруженного в ванну тела, различают местные, поясные и общие ванны. Объем используемой для их проведения пресной воды соответственно составляет 30, 120-150 и 200-250 л.

Процедуры провидят в специальных емкостях из фаянса, пластмассы, нержавеющей стали или чугуна с внутренним эмалевым покрытием *(ванна),* которые наполняют пресной водой определенной температуры. Для местных ванн используют аппараты ЛАЗ-4 и ЛАЗ-5. За рубежом выпускают устройства для проведения общих ванн VOD-31, местных - VOD-38 и - для воздействия на органы малого таза - VOD-52.

Методика. При приеме общей ванны больной погружается в нее до уровня сосков. Во избежание перегревания организма при приеме общей ванны верхнюю треть передней поверхности грудной клетки в воду не погружают (рис. 111). Продолжительность общих пресных ванн составляет 12-15 мин. Процедуры



Рис. **111.** Правильное положение больного при приеме общей ванны.

проводят ежедневно или с перерывом на 3-й день. На курс лечения назначают 15-20 ванн. Повторные курсы пресных ванн проводят через 2-3 мес.

При проведении местных ванн части тела, не погруженные в воду, укутывают простыней или одеялом. После приема прохладных местных ножных ванн голени и стопы интенсивно растирают яолотенцем.

Ослабленным больным вместо пресных ванн проводят паровые ванны. Пресные ванны сочетают с постоянным электрическим током *{гидрогальванические ванны),* вибрацией *{вибрационные ванны)* и вихревыми потоками воды *{вихревые ванны),* а паровые - с аэроионотерапией *{ионизированные паровые ванны).*

Местные ванны постепенно повышаемой температуры (по Гауффе). Для проведении процедуры используют емкости четырехкамерных гидрогальванических ванн (см. рис. 8). Больной погружает конечности в фаянсовые ванночки, заполненные пресной водой температуры 37° С. При этом его тело (исключая голову и лицо) вместе с ванночками накрывают простыней и одеялом. В течение последующих 10-15 мин в ванночки доливают горячую воду и доводят постепенно ее температуру до 42° С, после чего процедуру продолжают еще 10-15 мин. По окончании процедуры больного насухо вытирают, укутывают в простыню и укладывают на кушетку для отдыха в течение 20-30 мин. Местные ванны проводят через 1-2 дня, курс - 10-15 процедур.

Общие контрастные ванны. Процедуру проводят в двух смежных небольших размеров бассейнах с водой различной температуры (рис. 112), в которые больной погружается попеременно. Вначале - в бассейн с теплой или горячей водой (38-

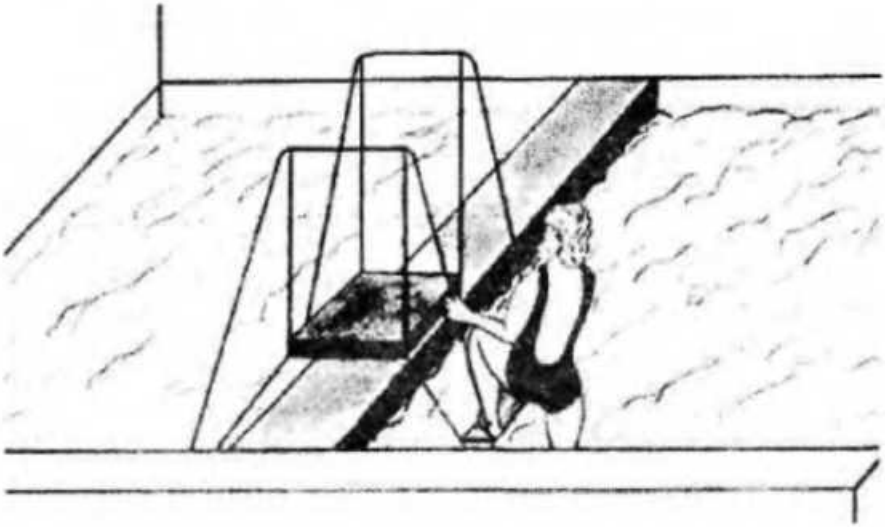


Рис. 112. Контрастная ванна.

42° С) на 2-3 мин, а затем - в соседний бассейн с холодной или прохладной водой (10-24° С) на 1 мин. В последнем больной совершает активные движения. Количество переходов из ^бассейна в бассейн - 3-6 раз. Для получения тонизирующего эффекта процедуру завершают в бассейне с холодной водой (с последующим растиранием тела), а седативного - в бассейне с горячей водой.

Местные пресные Ванны. Проводят в специальных ванночках (реже в эмалированных емкостях) для руки (обеих рук) или ноги (обеих ног) при температуре воды 10-15 или 37-42° С. После прохладных и холодных ножных ванн проводят энергичное растирание стоп и голеней махровым полотенцем.

Сидячие ванны. Больной погружает нижнюю часть туловища (живот, таз, верхняя часть бедер) в специальную емкость, а стопы и нижнюю треть голеней - в таз с теплой водой. Находящиеся вне ванны части тела укутывают простыней или одеялом. Продолжительность теплой (37-38° С) сидячей ванны - 20-40 мин, горячей (40° С и выше) - 15-20 мин, холодной (20° С и ниже) - 3-5 мин.

Дозирование общих и местных лресных ванн производят по температуре пресной воды, ее объему, продолжительности процедур и их количеству.

Ароматические ванны

Ароматические ванны • .лечебные воздействия на тело больного, погруженного в пресную воду с растворенными в ней ароматическими веществами.

При проведении таких процедур на больного, наряду с термическим и механическим факторами (см. *Пресные ванны),* действует *химический* фактор в виде растворенных в воде различных веществ растительного происхождения. Содержащиеся в них эфирные масла и терпены в силу высокой липофильности хорошо проникают через сальные железы и волосяные фолликулы в поверхностные слои кожи и оказывают неспецифическое раздражающие действие на расположенные здесь немиелинизированные нервные проводники Происходящее; вслед за этим изменение их функциональных свойств (возбудимости, проводимости и др.) приводит к изменению различных видов кожной чувствительности. Раздражающие средства (горчица, скипидар) и пенообразователи усиливают психофизио огический эффект тепловых факторов, тогда как вяжущие (крахмал) ослабляют его и снижают тактильную ' /вствительность кожи.

Раздражающие вещества вызывают дегрануляцию полиморфноклеточных макрофагов кожи и выделение из них биологически активных веществ (гепарин, простогландины, цитокины) и медиаторов (гистамин, ацетилхолин). Указанные вещества понижают сосудистый тонус, расширяют просвет артериол и венул, увеличивают количество функционирующих капилляров, что способстствует повышению локальной температуры тканей (на 0,4+0,9° С). Будучи чужеродными химическими агентами, ароматические вещес":ва активируют клеточные и гуморальные звенья иммуногенеза, что повышает устойчивость и неспецифическую резистентность организма. Уменьшается количество гликозоаминогликанов в гранулирующей соединительной ткани и возрастает скорость синтеза коллагена фибробластамй. Кроме того, нарастает активность протеолитических ферментов, улучшается микроциркуляция и метаболизм поврежденных тканей.

В зависимости от концентрации и химической структуры проникающих через ксжу и раздражающих ее нервные проводники ароматических веществ рефлекторно повышается кровоток в скелетных мышцах и внутренних органах. Это обусловливает понижение общего периферического сопротивления сосудистой

сети, увеличение систолического объема сердца и снижение частоты его сокращений. Внешнее дыхание становится редким и глубоким, что способствует повышению оксигенации крови. Повышается интенсивность углеводного, жирового и минерального обмена в организме, в результате чего в крови больного уменьшается содержание холестерина и р-липопротеидов низкой плотности.

Пары растворенных летучих ароматических веществ поднимаются с поверхности воды в ванне и возбуждают обонятельные рецепторы полости носа. В зависимости от структуры химических веществ такие рецепторные реакции вызывают усиление тормозных либо возбудительных процессов в коре. Создаваемый некоторыми из этих веществ (хвоя, шалфей, миндаль) специфический приятный аромат обусловливает выраженный психиотерапевтический эффект.

Лечебные эффекты: *седативный, сосудорасширяющий, тонизирующий, вяжущий, анальгетический, противозудный, иммуномодулирующий, метаболический, актопротекторный.*

Показания. Заболевания и последствия травм опорно-двигательного аппарата (артриты различной этиологии, деформирующие остеоартрозы, болезнь Бехтерева, спондилез, бурсит, миозит, тендовагинит), периферической нервной системы (пояснично-крестцовый радикулит, вегетативная полиневропатия), неврастения, заболевания сосудов (гипертоническая болезнь I-II стадии, облитерирующий эндартериит, болезнь Рейно), хронический простатит, зудящие дерматозы, хронические заболевания женских половых органов, утомление.

Противопоказания. Истерия, мокнущие дерматиты, острые воспалительные заболевания, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения III-IV ФК, хронический гломерулонефрит, хронический гепатит, цирроз печени, рецидивирующий тромбофлебит, сахарный диабет, тиреотоксикоз, эпилепсия, микозы, повышенная чувствительность кожи к горчице или скипидару.

Параметры. Для приготовления общих ароматических ванн (на 200 л пресной воды) применяют хвойный экстракт (50-70 г), "белую эмульсию" или "желтый раствор" скипидара (30-60 мл), горчицу (150-200 г), миндаль (0,5-1 кг), мяту (50-100 г) и другие. Наряду с ваннами в домашних условиях применяют местные аппликации взвеси горчицы на бумаге (горчичники). Для приготовления пенистых ванн используют пенообразователи (сапонины) или специальную мыльную жидкость ("ба-ду-сан"). Температура воды ароматических ванн - 35-37° С.

Для проведения процедур применяют те же емкости, что и для пресных ванн (см. *Пресные ванны).*

Методика. Перед проведением процедуры в воде предварительно растворяют необходимое количество ароматического вещества, после чего больной погружается в ванну или опускает туда свои конечности. Во избежание химического ожога при проведении горчичных или скипидарных ванн, наиболее чувствительные места (паховые и ягодичные складки, мошонку и др.) предварительно смазывают вазелином.

Ароматические ванны сочетают с минеральными *(хвойно-морские, соляно-хвойные ванны)* и газовыми *(жемчужно-хвойные ванны).*

Хвойные ванны. В налитую в ванну пресную воду (200 л) температуры 35-37° С добавляют 50-70 г хвойного экстракта, а затем воду тщательно перемешивают. После этого больной погружается в ванну.

Горчичные ванны. Сухую горчицу из расчета 1 гл~[1] предварительно разводят в 1 л пресной воды температуры 38-40° С. Тщательно перемешивая, выливают полученный раствор в ванну, заполненную пресной водой температуры 36-38° С (для общих) и 39-41° С (для местных ванн). После приема ванны погруженные в нее части тела больного обмывают теплой водой и укутывают одеялом на 1-1,5 ч.

Пенистые ванны. На дно емкости наливают на высоту 8-10 см горячую воду температуры 42-45° С и добавляют пенообразователь. Затем с помощью уложенной на дно ванны решетки с мелкими отверстиями пропускают через полученную взвесь сжатый воздух. Образовавшаяся пена длительно сохраняет температуру на 8-10° С ниже налитой в ванне воды. Больного укладывают в ванну на деревянную решетку так, чтобы его тело не соприкасалось с водой, находящейся на дне ванны.

Дозирование лечебных процедур осуществляют по концентрации растворенного ароматического вещества, температуре воды, ее объему, продолжительности процедуры и их количеству.

Продолжительность ароматических ванн составляет 12-15 мин. Процедуры проводят через день или с перерывом на 3-й день. На курс лечения назначают 15-20 ванн. После ароматических ванн необходим отдых укутанного простыней больного в течение 20-30 мин. Повторные курсы ароматических ванн проводят через 2-3 мес.

Газовые ванны

Газовые ванны - лечебное воздействие на тело больного, погруженного в пресную воду, перенасыщенную газом. Механизмы их лечебных эффектов определяются находящимся в воде газом, который оказывает на организм механическое, термическое и химическое действие.

Погружение больного в воду, перенасыщенную газом, приводит к осаждению пузырьков газа на его коже с последующим их отрывом от поверхности тела. Следовательно, в ваннах такого типа механическое воздействие на кожу больного усиливается 2-х фазной средой "вода-газ". Отрыв многочисленных пузырьков от тела приводит к его тактильному "массажу". Его интенсивность зависит от величины и подвижности пузырьков. **Она** максимальна у пузырьков воздуха и минимальна - у пузырьков азота, которые покрывают кожу больного в виде "газового плаща". За счет выраженного механического воздействия у больного, помещенного в газовую ванну, снижается болевая и тактильная чувствительность кожи.

В силу различной индифферентной температуры воды и растворенных в ней газов контрастное воздействие двухфазной среды "вода-газ" потенцирует влияние на организм термического фактора ванн. Величина теплового потока в организм у жемчужных ванн в 1,3, у кислородных - в 1,2 раза, а у азотных - в 1,4 раза выше, чем у пресных.

Химическое действие газовых ванн обусловлено структурой насыщающего воду газа и его растворимостью. Среди используемых газов наибольшей растворимостью обладает азот, а наименьшей - кислород.

Бурлящие пузырьки воздуха жемчужных ванн вызывают рефлекторное возбуждение механорецепторов кожи. Восходящие афферентные потоки активируют подкорковые центры вегетативной нервной системы и усиливают процессы возбуждения в коре головного мозга. За счет активации симпатической системы происходит увеличение частоты сердечных сокращений и объема циркулирующей крови, увеличивается частота дыхания. В последующем происходит расширение сосудов микроциркуляторного русла и возникает гиперемия поверхностных тканей.

Пузырьки кислорода, плохо растворимого в воде, быстро поднимаются на ее поверхность и попадают в дыхательные пути больного, увеличивая кислородное насыщение крови. В силу высокой индифферентной температуры кислорода (23-25° С) он

хорошо резорбируется кожей, что приводит к повышению кровотока в коже до 5,4 **л·мин$^{-1}$.** Усиление процессов утилизации кислорода миокардом и головным мозгом, наряду с увеличением объемного кровотока, приводит к активации гликолиза и липолиза во внутренних органах и тканях а также процессов возбуждения в коре головного мозга.

Пузырьки азота, в силу малой подвижности и меньшей чем у кислорода индифферентной температуры (20-22° С), вызывают сужение просвета капилляров и повышают тонус венул, в результате чего возникает умеренная гиперемия кожи. Они вызывают уменьшение частоты сердечных сокращений и приводят к снижению систолического давления крови. Дыхание становится редким и глубоким. Легкое механическое раздражение кожи приводит к усилению тормозных процессов в коре головного мозга и формированию сноподобного состояния. В спектральной структуре ЭЭГ преобладают медленные **γ и τ-волны.** Резорбированный кожей азот стимулирует обмен белков и нуклеиновых кислот, увеличивает выработку антител. Он стимулирует формирование и перестройку рубцов и восстанавливает соотношение факторов гемокоагуляции. Кроме того, азот усиливает гормонсинтетическую функцию передней доли гипофиза, надпочечников и яичников.

Лечебные эффекты: *тонизирующий (жемчужные ванны), метаболический, трофический (кислородные ванны), седативный, метаболический, анальгетический, гипосенсибилизирующий (азотные ванны).*

Показания. Заболевания периферической нервной системы, неврастения, невроз навязчивых состояний, шизофрения, психастения, хронический алкоголизм, климактерический синдром, начальные проявления атеросклероза коронарных сосудов, миокардиодистрофия, атеросклеротический кардиосклероз с недостаточностью кровообращения не выше I стадии, гипертоническая болезнь I стадии, хронические воспалительные заболевания внутренних органов (хронический бронхит, пневмония, хронический гастрит, колит, аднексит), заболевания сосудов (облитерирующий эндартериит, тромбофлебит).

Противопоказания. Повышенная возбудимость центральной нервной системы, вегето-сосудистые дисфункции, вегетативные полиневропатии.

Параметры. Концентрация воздуха в газовых ваннах достигает 50 **мг·л$^{-1}$**, кислорода - 30-40 **мг·л$^{-1}$**, а азота - 20-23 **мг·л$^{-1}$** Температура воды газовых ванн - 35-36° С.

Газовые ванны готовят путем насыщения пресной воды воздухом, кислородом или азотом. Для этого на дне емкости располагают систему металлических трубок с многочисленными отверстиями (диаметром 0,5-1 мм), через которые газы под давлением 100-300 кПа поступают в воду. Воздух в систему подают от когмпрессора, кислород и азот - из баллонов со сжатым газом. Для приготовления кислородных и азотных ванн применяют также аппарат насыщения АН-9. Газовые ванны можно готовить путем химической реакции определенных компонентов.

Методика. Перед прозедением процедуры на дно ванны укладывают систему металлических трубок, расположенных между деревянными рейками, образующими специальную решетку. Затем емкость наполняют пресной водой (200 л) определенной температуры и включают систему насыщения. После этого больной осторожно погружается в емкость и располагается на решетке. После ванны больного укутывают в шерстяное одеяло и укладывают на кушетку для отдыха в течение 20-30 мин.

Газовые ванны сочетают с ароматическими *{жемчужно-хвойные ванны)* и минеральными *(кислородно-хлоридно-натриевые).*

Дозирование лечебных процедур осуществляют по концентрации растворенного газа и величине пузырьков, которые зависят от его давления, а также температуре воды, ее объему, продолжительности процедуры и их количеству.

Продолжительность газовых ванн составляет 10-15 мин. Процедуры проводят с перерывом на 3-й день. На курс лечения назначают 10-20 ванн. Повторные курсы газовых ванн проводят через 2-3 мес.

КИШЕЧНОЕ ПРОМЫВАНИЕ

Кишечное промывание - периодическое орошение стенок толстого кишечника жидкостью. Однократное введение в прямую кишку жидкости называется *клизмой.*

Известно, что колоно-ректальный отдел желудочно-кишечного тракта играет ведущую роль в терминальной переработке химуса, экскреции токсических метаболитов разложения белков



Рис. 113. Рентгенограмма толстого кишечника после кишечного промывания. Контрастирование барием

(индол, скатол, сернистый газ, метан, меркаптаны и др.) и солей тяжелых металлов, а также удалении из организма обезвоженного кишечного содержимого (конкрементов). При некоторых заболеваниях толстой кишки, сопровождающихся нарушением ее эвакуаторной функции, нарушается выведение каловых масс (диарея, запоры). Они выводятся с поступившей в толстую кишку промывной жидкостью, что приводит к восстановлению моторно-эвакуаторной функции толстой кишки.

Введенная в толстую кишку жидкость проникает до илеоцекальной заслонки (рис. 113). При повышении давления жидкости в прямой кишке до 4-5 кПа раздражение механорецепторов подслизистого слоя приводит к формированию афферентных импульсных потоков, которые возбуждают центр дефекации, расположенный в крестцовых сегментах спинного мозга (S_1-S_3). В результате усиливается тонус гладкомышечного внутреннего сфинктера, реципрокно ослабляется тонус наружного анального сфинктера и наступает дефекация. Теплая вода ванны, в которую погружается больной, также понижает тонус мышц брюшной стенки и толстой кишки и частично ослабляет внутрибрюшное давление. При кишечном промывании больной может вызвать дефекацию путем произвольного сокращения диафрагмы и брюшных мышц. В результате внутрибрюшное давление повышается до 20 кПа, что

также приводит к расслаблению наружного анального сфинктера. При вызванной кишечным промыванием дефекации происходит увеличение частоты дыхания, частоты сердечных сокращений (на 10-20 **уд·мин$^{-1}$**), а также повышение артериального давления (систолического на 50-60 мм рт.ст., диастолического - на 10- 20 мм рт. ст.).

Промывная жидкость очищает стенки кишечника от клеток отторгшегося эпителия, слизи, шлаков, токсинов, экскретов и гнилостных аэробных бактерий. Она восстанавливает нормальное соотношение микроорганизмов кишечной микрофлоры, которые расщепляют питательные вещества химуса, обусловливают естественный иммунитет, синтезируют витамины группы В и другие биологически активные вещества. Это приводит к усилению местного кровотока слизистой толстой кишки и восстанавливает нарушенное при болезни всасывание газов и минеральных веществ в кровь. Поступающая жидкость корригирует метаболический ацидоз и соотношение электролитов в интерстиции. Всасывание некоторого количества поступающей воды приводит к усилению диуреза. Наконец, опорожнение нижних отделов толстой кишки от экскрементов ликвидирует токсическое действие их продуктов на слизистую и восстанавливает ее моторную и секреторную функции.

Лечебные эффекты: *дефекационный, детоксикационный, метаболический, моторный.*

Показания. Хронические колиты аллергической, инфекционной, токсической этиологии, вторичный колит, хронические запоры (алиментарный, дискинетический, смешанный), хронический гастрит, заболевания печени и желчевыводящих путей, болезни обмена веществ (подагра, диабет, диатез), экзогенно-конституциональное ожирение МП степени.

Противопоказания. Хронический колит в стадии обострения, хронический колит паразитарной этиологии, неспецифический язвенный колит, полипоз, кишечная непроходимость, хронический энтероколит, хронический проктит, выпадение слизистой прямой кишки, геморрой в стадии обострения, послеоперационные спайки в брюшной полости, паховые грыжи, хронический аппендицит.

Параметры. Пресную воду с лекарственными веществами или минеральную воду вводят в толстую кишку под давлением 12-15 кПа увеличивающимися порциями от 0,5 до 1,5 л. Общий объем вводимой воды 10-15 л, ее температура - 37-39° С.

Для проведения процедуры в настоящее время используют *аппараты* АПКП-760 (аппарат подводного кишечного промывания), АКП-706 (аппарат кишечного промывания) и АМОК (аппарат монитОрной очистки кишечника).

Подводные кишечные промывания осуществляют в ванне объемом 400 л, наполненной на 3/4 пресной водой температуры 36-37° С. Для промывания используют кислые минеральные воды с минерализацией 2-8 $г \cdot дм^{-3}$ (препятствующие развитию процессов гниения в толстой кишке) или пресную воду в которую добавляют поваренную, английскую и карловарскую соль, сернокислую магнезию, отвары ромашки и другие.

Для проведения клизм используют резервуар с водой (кружку Эсмарха), соединенный при помощи резинового шланга с пластмассовым наконечником. Очистительные клизмы выполняют пресной водой (0,3-0,5 л) температуры 38-40° С, которую вводят в прямую кишку под давлением 10-12 кПа

Методика. Перед курсом кишечных промываний проводят клинико-лабораторное обследование прямой кишки и органов малого таза (осмотр проктолога и гинеколога, ректороманоскопия, ирригоскопия, анализ кала на скрытую кровь - реакция Грегерсена). Непосредственно перед процедурой больной опорожняет кишечник и мочевой пузырь.

После разъяснения последовательности действий расположенному в седле субаквальной ванны больному в прямую кишку на глубину 12-15 см вводят смазанный вазелином простерилизованный резиновый наконечник, соединенный с системой лечебного и промывного резервуаров (рис. 114). После введения порции промывной жидкости больной с помощью крана перекрывает поступление промывной жидкости и напряжением мышц передней брюшной стенки и диафрагмы изгоняет ее вместе с каловыми массами в канализацию. По окончании дефекации в кишечник вводят очередную порцию промывной жидкости, количество которой контролируют по уровню водомерной трубки бака и самочувствию больного. После введения последней порции больной садится на расположенный рядом унитаз для окончательной дефекации. Затем больной принимает душ, после чего отдыхает в течение 30-40 мин.

При промывании (мониторной очистке) кишечника больной находится в обычном для дефекации положении и вводит себе в прямую кишку резиновый наконечник самостоятельно на глубину 15-20 см. Открывая и закрывая зажимы, больной регулирует скорость

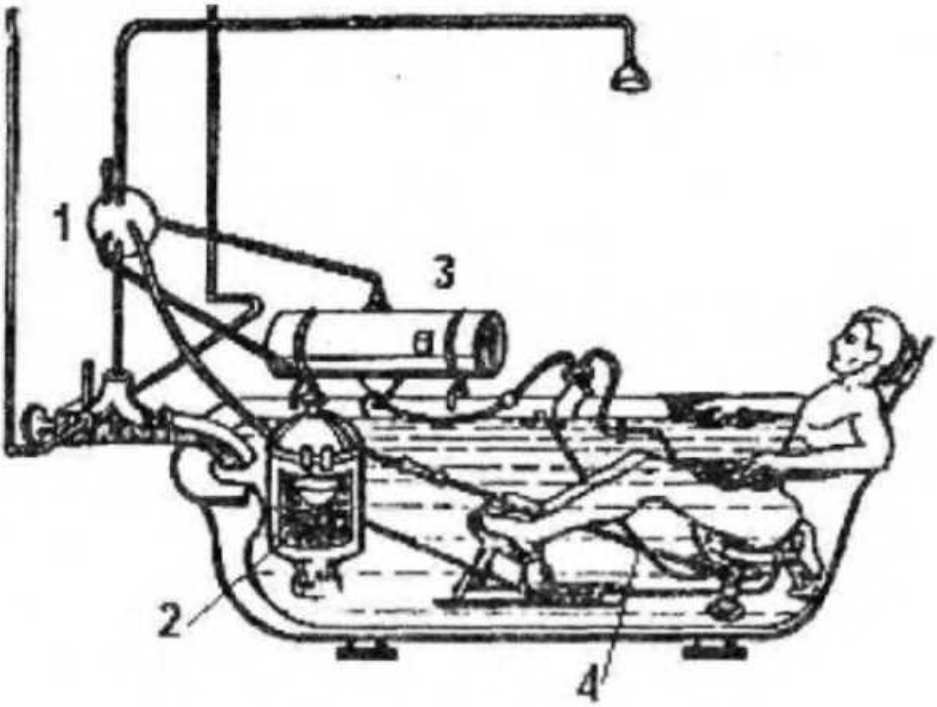


Рис.114. Субаквальное промывание кишечника.
1- водораспределительная система, 2 - ирригационный бачок, 3 - душевая установка, 4 - отводящая трубка, 5 - отстойник с сетками.

поступления промывной жидкости и ее количество. После поступления очередной порции больной напряжением мышц передней брюшной стенки и диафрагмы изгоняет жидкость с каловыми массами. В этом случае отсутствует возможность загрязнения кожи больного каловыми массами (которая не исключена при прорыве промывных вод в ванну при подводном кишечном промывании). Отсутствует также необходимость дезинфекции ванн и обмывания тела больного.

Дозирование лечебных процедур осуществляют по давлению промывной жидкости, ее объему и количеству промываний. Лечебные воздействия осуществляют 1-2 раза в неделю. Курс лечения - 6-10 процедур.

БАНИ

Бани - сочетанные лечебные и гигиенические воздействия на больного горячего воздуха и холодной пресной воды.

Лечебные процедуры проводят в специально оборудованных помещениях, среди которых выделяют *термальную камеру,* температура и влажность воздуха в которой колеблется в широких пределах, а также помещение для охлаждения, содержащее емкости с холодной водой, душ или бассейн. В процессе исторического развития в различных странах сложились своеобразные

способы ухода за телом, что обусловило формирование разных типов бань - ирландской, римской, русской, турецкой (арабской), финской и японской. Среди них в настоящее время наиболее распространены две - *паровая* (русская) баня и *суховоздушная* (финская) - *сауна*.

Паровая баня

Паровая баня - сочетанное лечебное воздействие на организм насыщенного горячего воздуха высокой влажности и холодной пресной воды.

В термальной камере паровых бань *(парильне)* на больного действует горячий воздух высокой влажности, который вызывает расширение сосудов кожи, подкожной клетчатки, увеличение размеров протоков потовых желез с повышением потоотделения. Формируя изолирующую воздушную оболочку, влажный воздух парной замедляет испарение пота. В этих условиях существующие механизмы теплоотдачи не компенсируют поступающий в организм тепловой поток и происходит нагревание поверхностных тканей до 39-44° С, а внутренних органов - до 38-39° С. Единственным механизмом теплоотдачи, ограниченно функционирующим в условиях высокой влажности, является испарение пота, обильно выделяющегося на поверхность кожи и стекающего струйками по телу больного уже через 2-3 мин после пребывания в парильне. В течение процедуры из организма выделяется до 1 л пота, содержащего ионы калия (0,05-1 $г \cdot л^{-1}$), натрия (2,5 $г \cdot л^{-1}$), хлора (0,05-1 $г \cdot л^{-1}$), а также мочевину (0,03-0,1 $г \cdot л^{-1}$), молочную кислоту (0,1-0,15 $г \cdot л^{-1}$) и некоторые аминокислоты.

В результате обезвоживания организма и восполнения возникающего дефицита межклеточной жидкости в крови повышается гематокрит, на 10-20% увеличивается содержание лейкоцитов и тромбоцитов. За счет повышения их агрегационных свойств и нарастания фибринолитической активности крови существенно снижается время свертываемости крови. Кроме того, происходит снижение кислородсвязывающей способности гемоглобина на 30-60%.

Активация нейронов-термосенсоров медиальной преоптической области гипоталямуса в условиях неэффективности существующих механизмов теплоотдачи приводит к резкому снижению тонуса скелетных мышц, включая и диафрагму. Изменяется паттерн дыхания - оно становится частым (18-24 $мин^{-1}$) и поверхностным и лишь иногда прерывается нормальным дыхательным циклом для полной вентиляции легких. Частота сердечных сокращений увеличивается в 1,5-2 раза, сердечный выброс - в 1,5-1,7 раза, а кровообращение в малом круге - в 5-7 раз. Последующее обливание холодной водой приводит к резкому уменьшению частоты пульса на 20-35 $уд \cdot мин^{-1}$.

Паровая баня активирует симпатический отдел вегетативной нервной системы и продукцию тройных гормонов гипофиза (СТГ, АКТГ и других). В зависимости от температуры воздуха в парильне и продолжительности процедуры усиливается скорость различных видов обмена (в 1,5-2,5 раза), повышаются уровни ренина, ангиотензина, альдостерона, ацетилхолина и катехоламинов в крови, увеличивается экскреция катехоламинов с мочой. Активация симпатической нервной системы и функций надпочечников способствует устранению приступов бронхиальной астмы и ослабляет иммунные нарушения при ревматических заболеваниях.

Паровая баня как стрессовый фактор улучшает функциональные резервы адаптации организма, повышает его иммунологическую реактивность и уровень резистентности. При периодическом посещении паровой бани амплитуда коле-

баний показателей функций системы кровообращения и дыхания заметно снижается, что связано с формированием механизмов долговременной адаптации, тренировкой эндокринной и вегетативной нервной системы, а в результате - повышением работоспособности организма. Значительную роль в механизмах лечебных эффектов играют психофизиологические реакции - посещение бани снимает напряженность корковых механизмов регуляции функций внутренних органов и скелетных мышц, создает ощущение отдыха и комфорта.

Лечебные эффекты: *вазоактивный, диафоретический, тренирующий, актопротекторный, трофический, метаболический, секреторный.*

Показания: Заболевания сердечно-сосудистой системы (ишемическая болезнь сердца I-II ФК, гипертоническая болезнь ! стадии, гипотоническая болезнь), хронические неспецифические заболевания органов дыхания (тонзиллит, вазомоторный ринит, фарингит, ларингит, синусит, бронхит, пневмония), бронхиальная астма, хронические ревматические заболевания вне фазы обострения, полиартриты обменного и дистрофического характера, подагра, нарушения периферического кровообращения, неврастения, истерия, пояснично-крестцовый радикулит, дискинезия желчного пузыря и желчевыводящих путей, хронический гломерулонефрит в фазе ремиссии.

Противопоказания. Активные воспалительные процессы внутренних органов, эпилепсия, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения III-IV ФК, митральный стеноз, бронхиальная астма с частыми приступами, инфекционные заболевания в остром периоде, беременность.

Параметры. Температура воздуха в парильне составляет 45-60° С, относительная влажность 90-100%. Температура воздуха в раздевалке - 24-26° С, а относительная влажность - около 60 %, в мыльной - соответственно - 27-30° С и около 80%.

Современная паровая баня имеет следующие помещения: *раздевалка, мыльная, термальная камера* (парильня) и *помещение для охлаждения тела* (с душами, ваннами или бассейном). Основным источником горячего пара в парильне является печь-каменка с вмазанным в нее котлом для подогрева и испарения воды. Вылитая на раскаленные камни вода тут же испаряется. В парильне находятся также расположенные на разной высоте деревянные полки.

Иетодика. Больной, раздевшись в раздевалке и отдохнув 5-10 мин в ожидальне, заходит в термальную камеру и располагается на нижней полке. Через 1-2 мин при хорошем самочувствии больной перемещается на следующую полку, где находится до появления струй пота, стекающих по его телу. Периодически на раскаленные камни добавляют в ковше 200-300 мл воды или ароматических растворов эвкалипта, мяты, чабреца, зверобоя, ромашки, шалфея и др. *("паровой толчок"),* вследствие чего возрастает влажность в парильне. После выхода из нее, больной охлаждает свое тело в бассейне или под душем, обливаясь холодной водой. После последнего захода в парильню больной идет в мыльную, где обмывает тело с мочалкой и мылом, досуха вытирается и отдыхает 15-30 мин в комнате отдыха. Продолжительность пребывания в парильне составляет 5-7 мин, количество заходов - не более трех. После каждого захода в парильню больной охлаждает свое тело бассейне или под прохладным душем в течение 1-3 мин.

Дозирование лечебных процедур осуществляют по температуре и влажности воздуха в термальной камере, температуре воды в бассейне, продолжительности пребывания в парильне и количеству заходов в парильню. При щадящем режиме температура воздуха в парильне не превышает 45° С, а при

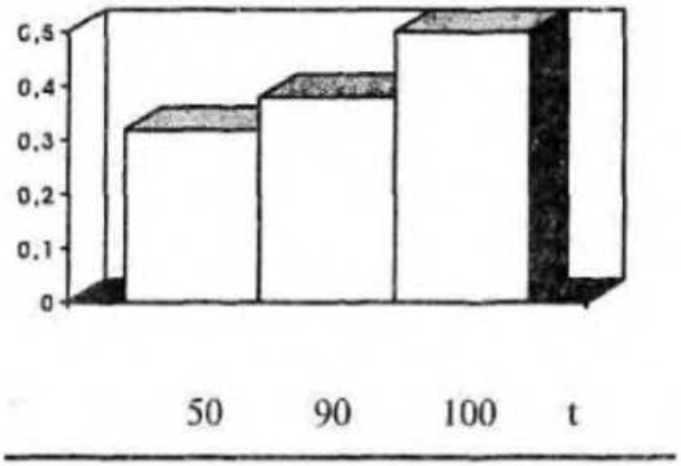


Рис. 115. Зависимость объема выделяемого пота от температуры воздуха в потельне
По оси абсцисс- температура воздуха, t,° С, по оси ординат - обьем выделяемого пота, V, мл

умеренном 60° С. При правильном режиме приема банных процедур больной испытывает чувство бодрости и свежести, а при неправильном - усталости и разбитости.

Общая продолжительность проводимых через день или два процедур -1-1,5 часа, курс лечения - 5-10 процедур. Повторный курс паровых бань проводят через 3-4 мес.

Суховоздушная баня (сауна)

Суховоздушная баня - сочетанное лечебное воздействие на организм сухого горячего воздуха и холодной пресной воды.

В термальной камере суховоздушных бань *(потельне)* на больного действуют тепловое излучение раскаленных камней нагревателя, стен и потолка, а также горячий воздух невысокой влажности. Поглощение тепла в сауне при температуре стен 80° С составляет 92 кДж-мин"[1], 40-60% от которого подводится к организму путем излучения печи и стен, а остальная часть - путем теплопроводности и конвекции. Для усиления вклада конвекции в тепловой поток усиливают движение воздуха березовыми или дубовыми вениками, которые существенно увеличивают кровоток в коже (при ее стегании). Некоторое усиление потока поглощенного тепла происходит при орошении раскаленных камней печки пресной водой ("паровом толчке") и последующем кратковременном повышении температуры и влажности воздуха в сауне.

В условиях низкой влажности воздуха тепловой фактор вызывает кратковременный спазм с последующим выраженным расширением сосудов кожи и подкожной клетчатки и усилением кровотока кожи в среднем в 3-5 раз. Возникающие в сауне интенсивные афферентные потоки с термочувствительных структур кожи активируют нейроны-термосенсоры медиальной преоптической области гипоталямуса, а затем и термомодулируемые нейроны заднего гипоталямуса. В последних формируются нисходящие эфферентные потоки, которые по холинергическим симпатическим волокнам активируют преимущественно М-холинорецепторы потовых желез, вследствие чего резко увеличивается выделение пота и его последующее испарение с поверхности кожи. В условиях "парового толчка" испарение пота несколько снижается. Еще одним проявлением симпатомиметических эффектов является начальный кратковременный спазм сосудов кожи, который впоследствии быстро сменяется их расширением за счет активации адренергических волокон и образования локальных регуля-

торов кровотока (гистамин, брадикинин, простогландины и др.). В результате периферическое сопротивление сосудов снижается (с 1,9 до 1,3 $Н \cdot м^{-1} \cdot с^{-5}$). Объем выделяемого пота пропорционально увеличивается с возрастанием температуры в потельне (рис.115) и составляет 0,2-2 л. За счет интенсивного испарения пота с поверхности тела тепловой поток из организма достигает 1 кВт. Он полностью не компенсирует поступающий в организм тепловой поток (1,5 кВт), и разница между ними (тепловая нагрузка) достигает 0,5 кВт. В результате происходит нагревание поверхностных тканей до 38-42° С, тогда как температура внутренних органов увеличивается в меньшей степени - на 0,5-1,0° С. Потеря жидкости с потом восстанавливается в течение 1-2 сут, и масса тела остается неизменной.

Активация центральных термосенсорных нейронов медиальной преоптической области гипоталямуса при действии горячего воздуха потельни приводит к прогрессирующему изменению частоты сердечных сокращений, которая нарастает с увеличением высоты расположения больного в потельне. Изменения частоты сердечных сокращений более выражены в вертикальном положении больного. На фоне тенденции к понижению диастолического давления и скорости кровотока происходит выраженное расширение коронарных сосудов и усиление сократимости сердца (положительный инотропный эффект). Такие эффекты потенцируются и гипоксической гипоксией, возникающей за счет снижения содержания кислорода в воздухе потельни (с 270 до 200 $г \cdot м^{-3}$ на уровне 3-й полки).

Вдыхание горячего воздуха приводит к расширению бронхов, уменьшению их секреторной функции, снижению эластического сопротивления легочной ткани и повышению скорости газообмена в альвеолах. За счет усиленного испарения пота с поверхности трахеи и бронхов значительно улучшается проходимость бронхиолоальвеолярного дерева, что приводит к увеличению минутного объема дыхания в 1,5-2 раза. Оно становится частым (20-24 $мин^{-1}$) и глубоким.

Сауна, как и паровая баня, через термомодулируемые нейроны заднего гипоталямуса активирует симпатический отдел вегетативной нервной системы и продукцию тропных гормонов гипофиза (СТГ, ЛГ и др.). В зависимости от температуры в потельне и продолжительности процедуры усиливается основной обмен (на 25%), тканевое дыхание (в 1,5-2,5 раза), повышается степень утилизации кислорода тканями на 30-60% и уровень катехоламинов в крови, увеличивается экскреция катехоламинов с мочой. Вместе с тем сауна не уменьшает гиперлипидемии и не снижает содержание атерогенных факторов риска ишемии миокарда. Повышение активности симпатической нервной системы и активация функции-надпочечников способствуют устранению приступов бронхиальной астмы и ослабляют иммунные нарушения при ревматических заболеваниях.

В результате выделения с потом мочевины (1,2 $г \cdot л^{-1}$), креатина, кетоновых тел, ионов Na^+ (2 $г \cdot л^{-1}$), K^+(0,4-0,8 $г \cdot л^{-1}$), Mg^{2+}, Cl^-(1-2 $г \cdot л^{-1}$) и некоторых аминокислот возникает частичное обезвоживание организма. Значительный кожный диафорез способствует выведению продуктов белкового обмена и несколько облегчает фильтрационную функцию почек. Вследствие восполнения возникающего дефицита межклеточной жидкости в крови повышается гематокрит, на 10-20% увеличивается содержание лейкоцитов и тромбоцитов, снижается pH крови (с 7,37 до 7,29). За счет повышения агрегационных свойств тромбоцитов и нарастания фибринолитической активности крови существенно снижается время свертываемости крови. Активация венулярного кровотока и

лимфооттока способствует уменьшению пастозности тканей, повышению эластичности и тургора кожи. Снижение клубочковой фильтрации и реабсорбции натрия приводит к уменьшению диуреза.

Погружение в холодную воду оказывает стимулирующее действие на органы и системы. Возникающее возбуждение термомеханочувствительных структур приводит к выделению норадреналина симпатическими вазоконстрикторными волокнами кожи и рефлекторному сужению сосудов кожи. Вместе с тем, сужение периферических сосудов сопровождается некоторым повышением среднего артериального давления, сердечного выброса и потребления кислорода миокардом. Спазм коронарных сосудов может существенно ухудшить клиническое течение стенокардии. В холодной воде у больных повышается легочная вентиляция и снижается напряжение диоксида углерода в крови и частота дыхания. Возникающее сужение просвета бронхов может спровоцировать приступ бронхиальной астмы у больных.

Постоянно чередующиеся воздействия горячего воздуха и холодной зоды, составляющие сущность сауны как лечебной процедуры, стимулируют функцию систем жизнеобеспечения организма - сердечно-сосудистой, дыхательной, а также его терморегуляцию. При приеме сауны условно выделяют 3 периода: кратковременной адаптации, интенсивного и глубокого прогрева и выхода из гипертермии. В первом из них происходит последовательное прогревание кожи и скелетных мышц, скорость которого несколько замедляется с началом испарения пота (к 5-Й-7-Й мин пребывания в потельне). Второй период начинается с нагревания внутренних органов и головного мозга и характеризуется максимальной тепловой нагрузкой на все функциональные системы организма и высокой скоростью испарения пота с поверхности тела. При неправильном дозировании процедуры этот период может завершиться перегревом организма (тепловым истощением) с повышением температуры "ядра" до 39° С, вегетативными расстройствами и головокружением. Наконец, в третьем периоде максимальное напряжение механизмов теплоотдачи сменяется их релаксацией, вызванной Холодовым фактором (водой или воздухом). В процессе охлаждения тела его температура быстро восстанавливается до исходных величин. Важное значение имеет правильный временной режим выхода из гипертермии, укорочение которого может привести к переохлаждению и простуде. При охлаждении необходимо исключить активацию процессов физической теплопродукции (проявляющихся мышечной дрожью).

Периодические воздействия разнонаправленных термических факторов (тепла и холода) повышают устойчивость центральных механизмов регуляции сосудистого тонуса к разномодальным раздражителям и стабилизируют кровяное давление у больных артериальной гипертензией. Следующее за нагреванием охлаждение тела приводит к снижению частоты пульса до исходных величин. Попеременные нагревание и охлаждение тела в различных средах в течение 10-15 процедур с перерывом между ними в 5-7 дней формируют долговременную устойчивую адаптацию механизмов терморегуляции человека и активируют механизмы его неспецифической резистентности к факторам внешней среды. Они активируют тормозные процессы в коре головного мозга, уменьшают утомление, расслабляют мышцы, вызывают положительные мотивации у больных и создают чувство свежести и бодрости.

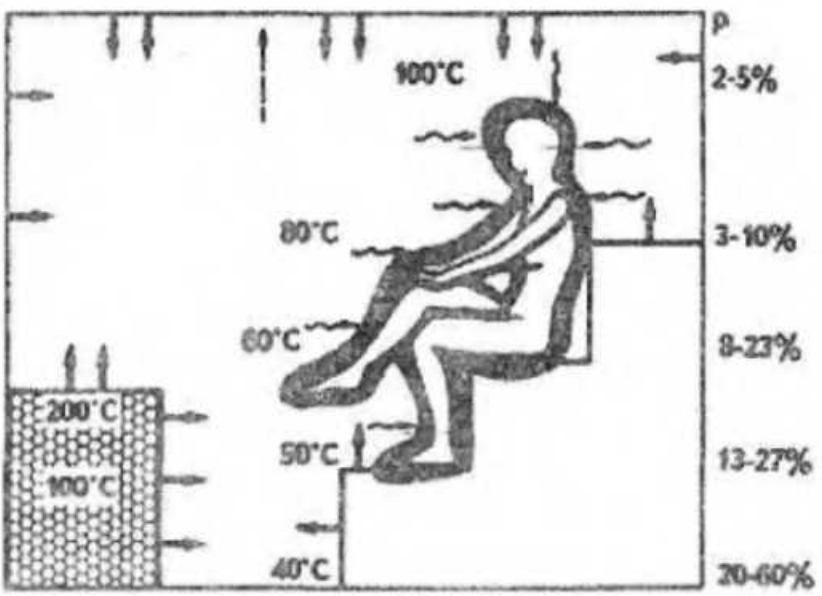


Рис. 116. Температурный и влажностный режимы в сауне.

Лечебные эффекты: *вазоактивный, диафоретический, термоадаптивный, психорелаксирующий, трофический, метаболический, секреторный, дегидратирующий.*

Показания. Заболевания сердечно-сосудистой системы (нейроциркуляторная дистония, гипертоническая болезнь I стадии), неспецифические заболевания верхних дыхательных путей, заболевания и травмы опорно-двигательного аппарата (артроз, остеоартроз, периартрит, гипертонус мышц), заболевания центральной и периферической нервной системы (слабо выраженные параличи, неврозы, энурез, вертеброгенные корешковые синдромы), неактивная форма ревматизма, алиментарно-конституциональное ожирение, заболевания печени (хронический персистирующий гепатит, дискинезии желчевыводящих путей), хронические неспецифические заболевания почек (гломерулонефрит в фазе устойчивой ремиссии, уролитиаз с мелкими камнями) и мочевыводящих путей (цистит, пиелоцистит), заболевания кожи (экзема, нейродермит, псориаз, дерматиты).

Противопоказания. Острые воспалительные заболевания, сердечная недостаточность I-II стадий, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения выше II ФК, заболевания сердца (миокардит, перикардит, эндокардит, легочное сердце, митральный стеноз), гипертоническая болезнь II-III стадий, гипертиреоз, климакс, сахарный диабет, хронические заболевания почек, вторичная глаукома, психозы и психопатии, вегетативные расстройства с частой декомпенсацией, пренатальная подготовка при нормальном течении беременности, возраст свыше 60 лет.

Параметры. Температура воздуха в потельне составляет 60-90° С и зависит от высоты полок. На нижней она составляет 60° С, а на уровне верхней полки - 90-110° С (рис. 116). Современная сауна имеет следующие помещения: *раздевалка, термальная камера* (потельня) и *помещение для охлаждения тела* (с душами и бассейном). Основным источником горячего воздуха в термальной камере, объемом до 40 $м^3$ является печь-каменка или электрокамин. В потельной находятся также несколько рядов деревянных полок, расположенных на разной высоте. Бассейн обычно имеет площадь 6-8 $м^2$ и глубину 130-150 см.

Абсолютная влажность воздуха в термальной камере зависит от температуры и составляет 40-60 $г \cdot м^{-3}$, а относительная 5-20%. С возрастанием темпера-

туры насыщенность воздуха водяными парами уменьшается. Температура воздуха в раздевалке - 20-22° С, а относительная влажность - около 60 %. Температура воды в бассейне или ванне - 10-28" С. В двухпотельной сауне *(хамаме)* температура воздуха в первой потельне составляет 30° С, а во второй - 45° С (с постепенным повышением до 60° С).

Продолжительность пребывания в потельне зависит от высоты занимаемой полки, индивидуальной переносимости тепла и составляет от 8 до 20 мин, количество заходов - не более 3-х. Продолжительность фазы охлаждения организма строго индивидуальна и зависит от степени его устойчивости к холоду. Нагревание и охлаждение больного повторяют 2-3 раза.

Методика. Больной, сняв одежду в раздевалке и отдохнув 5-10 мин, обмывает свое тело с мылом под теплым душем и досуха вытирается. Затем он заходит в потельную и, в зависимости от индивидуальной переносимости тепла, располагается на полке соответствующей высоты лежа или сидя. При хорошем самочувствии больной перемещается выше, где находится до ощущения жжения при вдыхании горячего воздуха. За 2-3 мин до выхода из потельной он выливает на раскаленные камни в ковше 200-500 мл воды или раствора ароматизирующих веществ для кратковременного быстрого увеличения количества пара ("паровой толчок"). После выхода из потельни больной охлаждает свое тело с помощью холодной воды (обливание, душ, ванна, бассейн) или воздуха. После последнего захода в потельную больной обмывает тело с мылом, досуха вытирается и отдыхает 15-30 мин в комнате отдыха (рис. 117). Некоторые авторы рекомендуют перед посещением потельни и после нее принять теплую ножную ванну (35-40° С, 3-5 мин). Во время сауны допускается прием жидкости для предупреждения обезвоживания организма. В двухпотельной сауне между заходами больной медленно остывает и восполняет потерю жидкости.

Сауну сочетают с лечебным массажем, мануалйной терапией, ультрафиолетовым и инфракрасным облучением.

Дозирование лечебных процедур проводят по температуре и влажности воздуха в потельне, температуре воды в бассейне, продолжительности пребывания в потельне и количеству заходов в нее. Интенсивность воздействия дозируют по *тепловой нагрузке* - плотности поступающей в организм тепловой энергии, определяемой по номограммам с учетом максимальной температуры в потельной, абсолютной и относительной влажности воздуха. Выделяют три лечебных режима (табл. 19).

При правильном приеме процедуры у больного возникает ощущение свежести. Появление чувства усталости свидетельствует о неадекватном режиме термического воздействия на больного.

Общая продолжительность проводимых через 5-7 дней процедур 1,5-2 часа, курс лечения - 10-15 процедур. Повторный курс суховоздушных бань проводят через 2-3 мес.



Рис. 117. Последовательность процедур в сауне.

Таблица 19

Режимы теплового воздействия в сауне

Режим	Плотность энергии кДж·м$^{-2}$	Температура воздуха в потельне, ° С	Абсолютная влажность, г·м$^{-3}$	Отосительная влажность в потельне, %
I - умеренный	250-330	70-85	40-60	10-30
II - щадящий	330-420	80-100	40-60	8-20
III - интенсивный	420-600	90-110	40-60	5-15

Рекомендуемая литература

Олефиренко В.Т. Водотеплолечение. М., Медицина, 1986.

Серебрима Л.А., Кенц В.В., Горчакова Г.А. Водолечение. Киев, Здоровь'я, 1983.

Сауна. Использование сауны в лечебных и профилактических целях./Под ред. В.М.Боголюбова и М.Матея. - М., Медицина, 1984.

ГЛАВА 13

ТЕРМОТЕРАПИЯ

ТЕПЛОТЕРАПИЯ

Парафинотерапия

Парафинотерапия - лечебное применение медицинского парафина.

Парафин (лат. paraffinum - малодеятельный) - смесь высокомолекулярных химически малоактивных углеводородов метанового ряда, получаемая при перегонке нефти. Он обладает высокой теплоемкостью, теплоудерживающей способностью и малой теплопроводностью (см. табл. 16). В лечебных целях используют белый обезвоженный очищенный медицинский парафин, температура плавления которого составляет 48-52° С. В основе лечебного действия парафина лежат *тепловой* и *механический* факторы.

В области аппликации нагретого парафина происходит передача тепла подлежащим тканям путем теплопроводности и повышается регионарная температура тканей (на 1-3° С). В результате накопления низкомолекулярных гуморальных факторов локального кровотока расширяются сосуды микроциркуляторного русла и усиливается местный кровоток кожи. Гиперемия кожи усиливает метаболизм подлежащих тканей, а также ускоряет рассасывание инфильтратов и репаративную регенерацию в очаге поражения. В области аппликации парафина уменьшаются спазм скелетных мышц и компрессия ноцицептивных проводников, что приводит к уменьшению болевых ощущений, перестройке и размягчению рубцов.

При застывании (кристаллизации) парафина его объем уменьшается, что сопровождается компрессией поверхностных тканей, возбуждением низкрпороговых механорецепторов кожи и активацией ее термомеханочувствительных структур. В результате формируются локальные и сегментарно-рефлекторные нейро-рефлекторные реакции, которые усиливают трофику тканей в области воздействия. При аппликации парафина на биологически активные зоны возникают изменения функций органов, сегментарно связанных с данным метамером кожи.

Лечебные эффекты: *противовоспалительный (репаративно-регенеративный, противоотечный), метаболический, трофический.*

Показания. Последствия заболеваний и травм опорно-двигательного аппарата (переломы костей, вывихи суставов, разрывы связок и мышц, артриты, периартриты, артрозы) и периферической нервной системы (радикулит, невралгии, неврриты), заболевания внутренних органов (хронический бронхит, трахеит, пневмония, плеврит, гипертоническая болезнь I-II стадии, хронический гастрит, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, дуоденит, хронический холецистит и гепатит, спаечный процесс в брюшной полости, хронический колит), хронические воспалительные заболевания женской половой сферы, варикозная болезнь, полиомиелит, заболевания кожи (чешуйчатый лишай, нейродермит, дерматозы, рубцовые изменения кожи), раны, ожоги, отморожения, трофические язвы, вибрационная болезнь, болезнь Рейно.

Противопоказания. Острые воспалительные процессы, выраженный атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения выше II ФК, хронический гломерулонефрит, цирроз печени, киста яичников, тиреотоксикоз, инфекционные заболевания, наследственно-дегенеративные прогрессирующие заболевания нервной системы, вегетативно-сосудистые дисфункции, вторая половина беременности и период лактации.

Параметры. При проведении процедур применяют жидкий парафин, нагретый до температуры 60-90° С. Наряду с парафином, в клинике применяют препараты парафина в смеси с озокеритом (озожилофин), лечебной грязью (parafango) и порошком березы (paralingo). Они обладают повышенной теплоудерживающей способностью и вязкостью и содержат различные минеральные вещества.

Нагревание парафина производят в специальных парафинонагревателях, на водяных банях и в парафиновых ваннах.

Отечественная промышленность выпускает парафинонагреватели электрические ПЭ (МРТУ 64-1-1459-62). Продолжительность плавления и нагрева парафина в них составляет 1-2 часа. За рубежом выпускают парафинонагреватели Varitherm, Wax Bath, а также парафиновые ванны Parabath.

Методика. Перед процедурами парафин предварительно стерилизуют (при 110-140° С) в течение 10-15 мин. Затем остывающий парафин применяют по методике *наслаивания,* и *парафиновой ванночки {погружения) и аппликаций* на участки кожи, предварительно смазанной вазелином. Для лечения ран, ожогов и язв, а также воздействия на слизистые оболочки используют смесь парафина (75%) и рыбьего жира или хлопкового масла (25%), которую наносят на пораженную поверхность при помощи пульверизатора или используют аппликации парафина через прозрачную пластиковую фольгу. В лечебной практике применяют также вагинальные и ректальные тампоны.

Расплавленный парафин (при 55-65° С) наносят на соответствующий участок тела (зоны воротника, пояса, трусов) плоской малярной кистью слоем толщиной 1-2 см *{методика наслаивания,* рис. 118А). Кисть и стопу после предварительного наслаивания парафина температуры 50-55° С погружают в специальные ванночки с расплавленным парафином при 60-65° С *{методика погружения,* рис. 118Б). В другом варианте после нанесения 1-2 слоев парафина (толщиной 0,5 см) на область воздействия накладывают пропитанную парафином при 65-70° С салфетки из 8-10 слоев марли или блоки застывающего парафина толщиной 1-2 см при 48-50° С *{методика аппликации,* рис. 118 В).

Поверх слоя парафина соответствующий участок тела покрывают клеенкой или вощаной бумагой и плотно укутывают слоем ваты или одеялом. Методики наслаивания и погружения предпочтительны на труднодоступных участках тела с неровной поверхностью, а методику аппликации применяют преимущественно на ровных поверхностях большой площади.

Парафинотерапию сочетают с озокеритотерапией *{парафино-озокеритотерапия),* грязелечением *{парафино-пелоидотерапия)* и инфракрасным облучением *{парафино-фототерапия).*

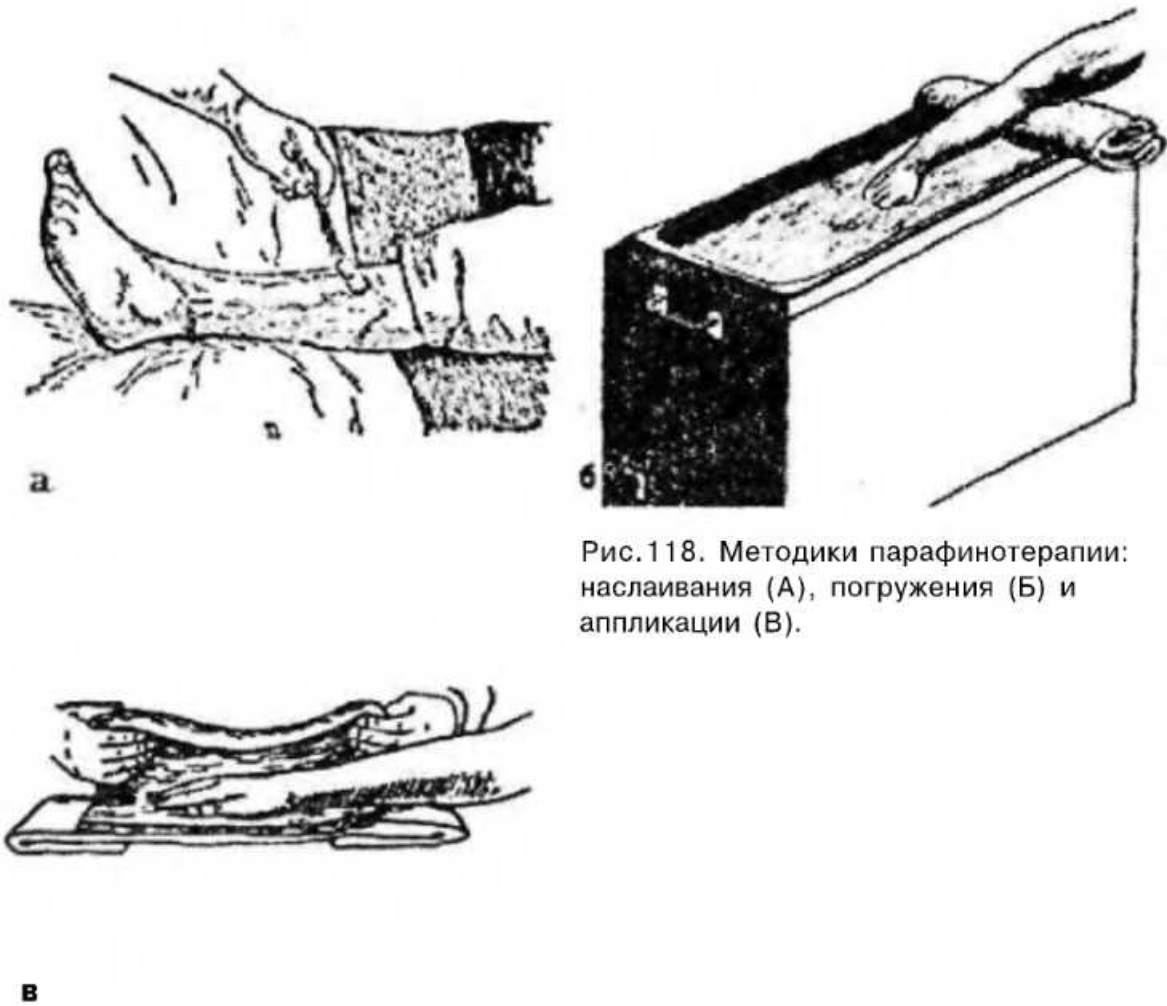


Рис.118. Методики парафинотерапии: наслаивания (А), погружения (Б) и аппликации (В).

Дозирование процедур парафинотерапии осуществляют по температуре применяемого парафина, площади и продолжительности воздействия.

Продолжительность ежедневно или через день проводимых воздействий - 30-60 мин, курс лечения - 12-15 процедур. После процедуры необходим отдых в течение 30-40 мин. Повторные курсы парафинотерапии проводят через 1-2 мес.

Озокеритотерапия

Озокеритотерапия - лечебное применение медицинского озокерита.

Озокерит - "пахнущий воск" (греч. οζο - пахнуть, ηερος воск) — смесь твердых углеводородов парафинового ряда

(церезина, парафина), газообразных углеводородов (метана, этана, пропилена, этилена), высоко- и низкокипящих минеральных масел, асфальтенов, смол, углекислого газа и сероводорода. В его состав входит термотолерантная озокеритовая палочка, обладающая антибиотическими свойствами. Озокерит получают после обработки естественной горной породы, месторождения которой имеются на Украине (Трускавец) и в Узбекистане (Ферганская долина). Он обладает максимальной из всех теплоносителей теплоемкостью и теплоудерживающей способностью и минимальной теплопроводностью (см. табл. 16). Для лечебных целей применяют очищенный озокерит-стандарт, из которого полностью удалены вода, щелочи и кислоты.

В формировании лечебных эффектов озокерита, как и парафина, ведущую роль играют *тепловой* и *механический* факторы. Однако, в отличие от парафина, одним из лечебных факторов озокерита является *химический,* обусловленный присутствием в его составе ряда химических веществ.

Тепловой фактор озокерита вызывает кратковременный (5-40 с) спазм сосудов микроциркуляторного русла с последующим их расширением в области воздействия, приводит к усилению периферического кровотока, выработке биологически активных веществ фолликулостимулирующего действия. В области аппликации нагретого озокерита усиливается местный кровоток кожи, повышается местная температура кожи на 2-3° С и накапливаются гуморальные факторы локального кровотока. Повышение температуры подлежащих тканей сопровождается ускорением венулярного оттока и лимфооттока, активацией репаративнои регенерации в воспалительном очаге и метаболизма тканей.

При застывании (кристаллизации) начальный объем озокерита уменьшается на 10-15% (в 1,5 раза больше, чем парафина), что приводит к выраженной компрессии поверхностных тканей и возбуждению механорецепторов кожи. Активация термомеханочувствительных структур сопровождается местными и рефлекторно-сегментарными реакциями метамерно связанных внутренних органов, направленными на усиление их деятельности. Этому же способствует повышение тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Содержащиеся в озокерите химические вещества раздражают кожу и через сальные и потовые железы, волосяные фолликулы попадают в поверхностные слои кожи и стимулируют пролиферацию и дифференцировку клеток эпидермиса и фибробластов, повышают активность эпидермальных макрофагов и

Т-хелперов. Таким образом, озокерит стимулирует неспецифические факторы иммунитета кожи и формирует структурно упорядоченные эластичные рубцы соединительной ткани, характеризующихся уникальной архитектоникой сосудов.

Лечебные эффекты: *противовоспалительный (репаративно-регенеративный, противоотечный), метаболический, десенсибилизирующий, сосудорасширяющий, смазмолитический.*

Показания. Хронические воспалительные заболевания поверхностных тканей и внутренних органов, последствия заболеваний и травм костногмышечной и периферической нервной систем, заболевания женских и мужских половых органов, заболевания кожи, ЛОР-органов, глаз, спайки в брюшной полости, трофические язвы.

Противопоказания. Острые воспалительные процессы различной локализации, выраженный общий атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения I!! ФК, недостаточность кровообращения II стадии, цирроз печени, миома и фибромиома матки, киста яичников, тиреотоксикоз II-IH степени, выраженные неврозы с вегетативными расстройствами, хронический гломерулонефрит и нефроз, беременность и период лактации.

Параметры. Температура плавления озокерита 52-68° С. Нагретый до температуры 60-100 С озокерит, медленно остывая, отдает тепло тканям в течение длительного времени. Его воздействие на кожу легко переносится даже при температуре 60-70° С. Наряду с озокеритом применяют его смесь с парафином (озожилофин). Нагревание озокерита производят на водяных банях, в термостатах и парафинонагревателях.

Методика. Перед лечебным использованием озокерит предварительно стерилизуют (при 100° С) и подогревают в течение 10-15 мин. Затем остывающий озокерит (при 50 С) наносят на поверхность кожи, предварительно смазанную тонким слоем вазелина. Как и при парафинотерапии, используют методики *наслаивания, погружения и аппликации* (см. рис. 118). В последних двух методиках участок тела с озокеритом покрывают клеенкой или вощаной бумагой и плотно укутывают слоем ваты или одеялом.

Озокеритотерапию сочетают с парафинотерапией *(озокеритопарафинотерапия),* инфракрасным облучением *{озокеритофототерапия).*

Дозирование лечебных процедур осуществляют по температуре применяемого озокерита, площади и продолжительности воздействия.

Продолжительность проводимых с перерывом на 3-й день воздействий - 30-60 мин, курс лечения - 12-15 процедур. После процедуры необходим отдых в течение •30-40 мин. Повторный курс озокеритотерапии проводят через 1-2 мес.

Пакетная теплотерапия

Пакетная теплотерапия - лечебное применение искусственных теплоносителей различной химической природы.

Пакетные теплоносители можно использовать многократно. Их теплоемкость и теплоудерживающая способность выше, чем у парафина и озокерита. Обернутые в прозрачный пластик секционные блоки пакетов таких теплоносителей *(термопрокладки)* различной площади и формы нагревают в теплой воде или микроволновой печи до 70° С и располагают на пораженном участке тела. Являясь хорошими термоносителями, они отдают тепло тканям в течение длительного времени. За рубежом выпускают термопрокладки Thermopack.

Применяют также согревающие прокладки с бинарными веществами, хранимыми в разных пакетах - *электрохимические грелки.* Выделение тепла в них происходит за счет химической реакции взаимодействия веществ (например, уксусной кислоты и гидроокиси натрия). Реакцию инициируют путем механического разрыва оболочки внутреннего пакета. Наружный пакет грелки прикладывают к тканям больного и снаружи плотно укутывают его полотенцем или одеялом. Кроме них в термотерапии применяют системы термоэлектрического нагревания - *локальной гипертермии* (например, Ятрань и ДР-)-

Лечебные эффекты, показания и противопоказания сходны с парафинотерапией. Пакетные теплоносители применяют по **методике** аппликации.

Теплопунктура

Теплопунктура (цзю-терапия) - лечебное воздействие тепла на биологически активные точки (зоны) и зоны их кожной проекции.

Механизмы лечебного воздействия тепла на БАТ в основном сходны с акупунктурой (см. *Акупунктура).* Вместе с тем в данном методе нейрорефлекторное действие тепла реализуется через термочувствительные структуры кожи, связанные с БАТ. Раздражающее действие тепла выражено меньше, чем акупунктурных игл, однако при правильном проведении теплопунктуры можно добиться постепенного длительного глубокого прогревания участка тела малой площади. Его температура может повышаться до 43-45° С без образования ожога кожи. Локальное действие тепла на БАТ усиливается при прогревании через введенную в нее акупунктурную иглу *(теплоакупунктура).*

Лечебные эффекты: *спазмолитический, вазоактивный, нейроадаптивный.*

Показания. Заболевания системы кровообращения (нейроциркуляторная дистония по гипертоническому типу, гипертоническая болезнь I и II стадии), органов дыхания (бронхиальная астма смешанной формы, хронический бронхит), болезни органов пищеварения (функциональное расстройство желудка, хронический некалькулезный холецистит, дискинезия желчевыводящих путей), артрит, ишиас, мокнущие дерматиты, гнездная алопеция.

Противопоказания. Острые воспалительные заболевания, острые и хронические инфекционные заболевания, декомпенсированные заболевания сердца, легких и других внутренних органов, вегето-сосудистые дисфункции, беременность.

Источники тепла. Прогревание биологически активных точек или зон производят при помощи полынных сигар, конусов или специальных локальных электротермодов с аналогичными сигарам характеристиками теплового потока инфракрасного излучения. Размеры и форма конусов, сигар и термодов определяется их назначением.

Параметры. Количество биологически активных точек, подвергаемых механическому воздействию, составляет от 2-3 до 4-6. В зависимости от выбранного метода продолжительность однократного воздействия на одну точку составляет 2-10 мин. Длительность курса не превышает 8-10 процедур. Повторные курсы теплопунктуры можно проводить через 3 недели-1 месяц.

Методики. Процедуры теплопунктуры проводит врач с использованием различных методов воздействия - *стабильного* (сильное раздражение), *прерывистого* или *клюющего* (слабое) и *утюжащего* (на биологически активные зоны).

КРИОТЕРАПИЯ

Криотерапия (греч. κρυος - лед) - лечебное воздействие на отдельные органы и ткани организма Холодовых факторов различной природы и формы.

В зависимости от степени охлаждения (снижения температуры тела или тканей) криомедицина объединяет несколько способов лечебного использования холода: *общую гипотермию* (28-33° С), *локальную гипотермию* (5-28° С), *сильное охлаждение* (5-минус 20° С) и *замораживание* (минус 20-минус 100° С). Физиотерапия рассматривает методы использования Холодовых факторов, которые вызывают снижение температуры тканей не ниже пределов криоустойчивости тканей (5-10° С) и не приводят к существенному изменению терморегуляции организма *(локальная и общая гипотермия).*

При охлаждении тканей ниже порога криоустойчивости из-за кристаллизации тканевой воды наступает их разрушение (криодеструкция), которое успешно применяют в лечении опухолей поверхностных тканей, полости рта и матки. В случаях травматических повреждений температуру раневого детрита, ожогового струпа, гнойного отделяемого ран и новообразований кожи уменьшают

ниже 5° С *(сильное охлаждение).* Ткани с пониженным содержанием воды (кожа, соединительная ткань) обладают большей криоустойчивостью, что позволяет применять для локальной криотерапии холодовые агенты с температурой ниже 0° С (точка кристаллизации воды).

Под действием холодового фактора происходит быстрое снижение температуры подлежащих тканей в области криоаппликации - *локальная гипотермия.* В охлажденных тканях снижается интенсивность метаболизма, потребление кислорода и скорость различных видов мембранного транспорта. Из-за рефлекторного возбуждения адренергических симпатических волокон в подлежащих тканях повышается содержание норадреналина, который вызывает выраженное и продолжительное сужение сосудов микроциркуляторного русла подлежащих тканей и повышение вязкости крови. Указанные сдвиги способствуют снижению гематокрита, что имеет определяющее значение в обеспечении необходимой текучести крови. Вместе с тем локальная гипотермия не оказывает существенного влияния на системную гемодинамику, которая регулируется супрасегментарными структурами. Через 1-3 часа после криовоздействия наступает выраженное расширение просвета сосудов кожи и повышение кровотока в охлажденных тканях (реактивная гиперемия).

Уменьшение возбудимости с последующим блоком проводимости болевых и тактильных волокон подлежащих тканей приводит к выраженной локальной анальгезии и анестезии. Она может быть усилена при действии хладоагента на область проекции биологически активной (двигательной) точки (зоны) *(криопунктура)* или охлаждения введенной в БАТ металлической иглы *(криоакупунктура).* За счет уменьшения температуры и проводимости мышечных веретен возникает кратковременный спазм мышц, который при продолжительном (более 10 мин) охлаждении сменяется их релаксацией. Понижение тонуса сокращенных мышечных волокон устраняет спастический компонент болевого синдрома (разрыв "порочного болевого круга", см. рис. 22). Степень понижения болевой чувствительности пропорциональна падению температуры подлежащих тканей. Криоаппликация холодозых агентов при хронических заболеваниях суставов позволяет существенно увеличить амплитуду безболезненных движений и снизить степень их тугоподвижности.

Охлаждение воспалительного очага ингибирует активность выделяющихся из лизосом протеаз и предотвращает размножение микроорганизмов в ране. Из-за замедления транспорта про-

дуктов тканевого обмена и процессов окислительного фосфорилирования, снижается уровень метаболизма поврежденных тканей и замедляется развитие в них метаболического ацидоза. Местное охлаждение тканей способствует увеличению срока наложения жгута на конечность свыше 2-х часов и снижает вероятность развития у раненых тяжелых отеков и травматического шока.

Холодовые факторы уменьшают альтерацию и отек поврежденных тканей, стимулируют процессы регенерации в области трофических язв и длительно незаживающих ран, ускоряют некролиз и очищение гнойно-некротических ран от омертвевших тканей, замедляют всасывание токсических продуктов в ожоговых ранах. Локальная гипотермия приводит к выраженной стимуляции репаративной регенерации при хроническом воспалении, активирует процессы восстановления поврежденных тканей. В результате усиливается дифференцировка фибробластов и ускоряется образование грануляционной ткани с последующей структурной перестройкой рубцов.

Холод при локальном воздействии активирует различные сегментарно-рефлекторные реакции. Аппликированные на лобную область криоагенты вызывают рефлекторную вазоконстрикцию сосудов кожи кистей и предплечий. Вместе с тем, вследствие снижения васкуляризации кожи расширяются сосуды мышц и внутренних органов, восстанавливается сердечная деятельность и болевая чувствительность.

За счет стимуляции неспецифической реактивности организма холодовые агенты предотвращают угнетение гуморальных факторов иммунитета. Кроме того, при локальной гипотермии в организме накапливаются криоантигены, которые индуцируют формирование антител.

При *общей гипотермии* повышается степень сопряжения клеточного дыхания и окислительного фосфорилирования в жировой ткани и скелетных мышцах, что приводит к кратковременному повышению мышечного тонуса. Активация центральных термосенсоров приводит к выделению тропных гормонов гипофиза. Вызываемое ими выделение катехоламинов стимулирует катаболические процессы в тканях, а нарастание содержания кортикостероидов активирует репаративную регенерацию в очаге воспаления. Вместе с тем, общая гипотермия не приводит к выраженным изменениям функций сердца и магистральных сосудов.

Лечебные эффекты: *анальгетический, анестетический, рефрижераторный, гемостатический, противовоспалительный (противоотечный, репаративно-регенеративный), спазмолитический, десенсибилизирующий.*

Показания. Заболевания и травмы суставов, связок и сухожилий, переломы длинных трубчатых костей, ожоги, пролежни, заболевания и травмы нервной системы (состояние после нарушения мозгового кровообращения, остеохондроз позвоночника, посттравматические парезы и параличи, фантомные боли и каузалгии, межреберная невралгия, зуд промежности и половых органов, миалгия), ревматоидный артрит, пептические язвы желудка и двенадцатиперстной кишки, острый панкреатит, рожистое воспаление, ожоги, трофические язвы, раны, заболевания кожи (бородавки, папилломы) и полости рта, эрозивный конъюнктивит, предоперационный период при обширных рваноушибленных, инфицированных и раздавленных ранах, огнестрельных повреждениях и ампутациях конечностей.

Противопоказания. Заболевания периферических сосудов (болезнь Рейно, облитерирующий эндартериит, варикозная болезнь), серповидно-клеточная анемия, гиперчувствительность к холодовому,фактору, снижение температуры мягких тканей до 28-30° С.

Параметры. Для криотерапии применяют криоагенты, находящиеся в трех агрегатных состояниях твердом *{лед, снег, углекислый снег, нитрат аммония),* жидком *(вода, эфир, жидкий азот)* и газообразном *(смесь хлористого этила с углекислотой и пр.).* Удельная теплоемкость используемых криоагентов составляет 2183-9596 $Дж \cdot ^{o} С^{-1} \cdot кг^{-1}$. Все они осуществляют охлаждение тканей за счет поглощения теплоты (плавления, нагревания, испарения и пр.). Температура применяемых для охлаждения веществ составляет от минус 180 до 28° С. Скорость охлаждения тканей колеблется от 4 до 8,3° Смин"'. Температура воздуха в криокамере изменяется от минус 20 до минус 120 ° С.

В лечебной практике для локальной гипотермии применяют гипотермические устройства с циркулирующим охлажденным криоагентом - АЛГ-02 (аппарат для локальной гипотермии желудка), Иней-2, Гипоспаст-1, Гипотерм-1, Криоэлектроника, Термод, Холод-2Ф, Ятрань и другие. За рубежом для криотерапии применяют серию аппаратов Linde CE, Westfalen-Kryostar.



Рис. 119. Локальная криотерапия.

Наряду с аппаратной криотерапией применяют ватные тампоны, смоченные эфиром, нитратом аммония или жидким азотом, пузыри с криоагентами или пульверизаторы с парожидкостной смесью азота или хлорэтила, которые "выдуваются" на пораженную поверхность ттод давлением (3,5-5) 10^5 Па. Используют также синтетические криопакеты Cryogel, криоаппликаторы Kryoberg, Pino и гипотермические термопркладки Coid Packs *(пакетная криотерапия).* Для криопунктуры применяют точечные криоаппликаторы и криозонды. Для общей гипотермии применяют криокамеры Kryosauna с защитными приспособлениями для частей тела.

Методика. Для локального воздействия используют криоаппликации, криообертывания, криомассаж, общие и местные холодные ванны, хлорэтиловые или спиртовые блокады. При этом на пораженный участок тела наносят или контактно располагают холодовой агент (пузырь со льдом, холодную воду, снег) в гибкой или жесткой оболочках (рис. 119) или распыляют парожидкостную струю хлористого этила и углекислого газа. По площади лечебного воздействия выделяют локальную и регионарную криотерапию. В последнем случае конечность (или ее часть) помещают в среду хладагента. Для восстановления и поддержания функций в случае острой травмы охлажденную конечность сжимают (накладывают жгут), поднимают и фиксируют (*RICE-метод:* rest-покой, ice-лед, compression-сжатие, elevation-подъем).

. По интенсивности охлаждения тканей выделяют умеренную и глубокую гипотермию. В первом варианте добиваются снижения температуры кожи до 20-24° С в течение 30 мин, а во втором - до 13-15° С в течение 1-го часа. Поверхность папиллом и бородавок, ожоговых и гнойных ран охлаждают до 12-минус 6° С, что не вызывает повреждения волокон грануляционной ткани.

Криотерапию сочетают с лекарственным электрофорезом сосудосуживающих препаратов *(крио-электрофорез),* СМТ-форезом *(крио-амплипульсфорез),* ультразвуковой терапией *(крио-ультразвуковая терапия),* лазеротерапией *{крио-лазерная терапия),* низкочастотной магнитотерапией *(криомагнитная терапия).*

Дозирование лечебных воздействий осуществляют по температуре холодового агента, площади и продолжительности криоаппликации. Степень лечебного воздействия зависит от скорости и глубины охлаждения, определяющих характер распределения термических полей в органе. Из-за неравномерного охлаждения тканей процедуры дозировать крайне сложно. Вместе с тем, при неуправляемой гипотермии возрастает вероятность переохлаждения поверхностных тканей и усиления некробиотических процессов.

Продолжительность процедур локальной криотерапии составляет 5-60 мин, общей - 0,5-4 мин. Процедуры проводят сеансами с перерывом по 2-4 часа. Продолжительность курса лечебного воздействия-от 3-х сут до 4 недель.

Рекомендуемая литература

Задорожный Б.А Криотерапия в дерматологии.-Киев.:Здоров'я, 1985.

Костандинов Д., Краев Т. Криотерапия. - София, 1987.

Низкие температуры в медицине. /Под ред. К.С.Тернового, Л.Г.Гассаиова - Киев.: Наук.думка, 1988.

Олефиренко В.Т. Водотеплолечение. М.:Медмцина, 1986.

Сыроечковская М.Н. Парафинолечение. - М.: Медгиз, 1958.

РАЗДЕЛ IV. ПРИРОДНЫЕ ЛЕЧЕБНЫЕ ФАКТОРЫ (КУРОРТНАЯ ТЕРАПИЯ)

Природные лечебные факторы являются адекватными раздражителями для человека. Они формируют реактивность организма и его адаптацию к различным условиям внешней среды. К природным лечебным факторам относятся *климат, минеральные воды и лечебные грязи.* В связи с тем, что эти факторы являются ведущими для лечения в специальных условиях (на курортах), они составляют основу *курортной терапии.*

ГЛАВА 14

КЛИМА ТО ТЕРАПИЯ

Климатотерапия - использование различных климатических факторов и особенностей климата местности для лечения больных. При данном виде лечения на организм действуют комплекс климатопогодных раздражителей природной зоны постоянного проживания больного или другой природной зоны (лечебно-оздоровительной местности).

ФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТОЛЕЧЕБНЫХ ФАКТОРОВ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИХ ЛЕЧЕБНОГО ДЕЙСТВИЯ

Климатолечебные факторы являются адекватными раздражителями, которые постоянно действуют на организм в различных сочетаниях и оказывают на него многообразное влияние. Для комплексной оценки этих факторов используют понятия *климата* и *погоды.*

Климат - это многолетний режим погоды, складывающийся в определенной местности. По сути климат отражает сложившиеся метеорологические условия, свойственные данной местности. На его формирование оказывают влияние приход-расход солнечного тепла в атмосфере, на земной и морской поверхностях, циркуляция воздушных масс атмосферы и особенности Земной поверхности (океаны и моря, континенты, крупные формы рельефа, почва и растительность). Количество солнечного тепла, получаемого и отдаваемого данной природной зоной и ее географические характеристики коренным образом не изменяются на протяжении многих лет. Исходя из этого, климат данной зоны изменяется незначительно.

Условно выделяют три группы климатических факторов (составляющих климата): *атмосферные* (метеорологические), *космические* (радиационные) и *теллурические* /"земные).

Атмосферные факторы климата включают газовый состав и физические свойства воздуха (плотность, температура, атмосферное давление, влажность воздуха, насыщенность озоном, аэроионами, терпенами и др.), движение воздуха (скорость ветра), количество и характер осадков (снег, дождь), облачность, туман, атмосферное электричество.

Космические факторы климата включают Солнечное излучение (прямое, отраженное, рассеянное), космическое излучение, сезонные и суточные ритмы Солнечной активности.

Теллурические факторы включают географическое расположение местности (природной зоны) и ее ландшафт (геологический состав почвы, рельеф, растительность и водоемы), постоянное магнитное поле Земли (на различных широтах составляет 45-80 мкТл), электростатическое поле Земли (напряженность 400 кВ).

В зависимости от амплитуды преобладающих атмосферных и земных факторов (прежде всего, температуры и влажности воздуха) климаты принято делить на следующие типы.

Климат

Континентальный	Морской
Равнин	*Морей и островов*
Теплый и сухой (пустыни, степи)	*Берегов*
Теплый и влажный (тропики, субтропики)	Теплый и сухой
Прохладный и сухой (леса, тайга)	Теплый и влажный
Прохладный и влажный (тундра)	Прохладный и влажный
Гор	Переходный
Средних (400-1000 м)	
Высоких 1000-2500 м)	

Зональный характер распределения солнечного тепла, количество которого убывает от экватора к полюсам Земли, наряду с его суточной и сезонной периодичностью, обусловливает циркуляцию воздушных масс атмосферы. Она сопровождается переносом тепла и влаги движущимися и стационарными вихрями низкого и высокого давления (циклонами и антициклонами). В результате перемещения воздушных масс определенная местность оказывается под влиянием то теплых, то холодных воздушных течений. Физическое состояние нижних слоев атмосферы в определенном месте в данный момент (в течение дня, суток) называется **погодой.** Среди перечисленных выше климатообразующих факторов кардинальное влияние на ее формирование оказывают особенности земной поверхности (водоемы, рельеф и пр.). Изменениям погоды присущ как периодический, так и апериодический характер. Периодический характер обусловлен вращением Земли вокруг своей оси (суточный ритм) и вокруг Солнца (сезонный ритм). Апериодический характер изменений вызван циркуляцией воздушных масс атмосферы. Следовательно, погода изменчива, а климат относительно постоянен.

В зависимости от устойчивости основных метеорологических элементов выделяют следующие *типы погод.*

Тип I. Весьма благоприятная погода (с устойчивым нормальным ходом основных метеоэлементов);

Тип II. Благоприятная погода (с изменениями основных метеоэлементов умеренного характера);

Тип III. Неблагоприятная погода (с неустойчивым ходом основных метеоэлементов);

Тип IV. Особо неблагоприятная погода (со скачкообразными изменениями основных метеоэлементов, сильными ветрами, шквалами, грозами).

Наряду с указанными типами по величинам годового размаха температуры воздуха выделяют 16 классов погод.

Климатические факторы - естественные раздражители организма - действуют на все виды его рецепторов, сенсорных структур и нервных проводников. Они имеют общебиологическое (экологическое) значение и во многом обусловливают реактивность организма в процессе его филогенеза. Под действием факторов различной физической природы в процессе эволюции в организме выработались различные механизмы регуляции функций. Взаимодействие с внешней средой и приспособление к ее условиям является неотъемлемым компонентом существования организма. Оно проявляется во влиянии на биологическое окисление потребляемого кислорода воздуха, регуляции обмена веществ поглощенными квантами солнечного из-

лучения, системы терморегуляции организма и других реакциях. При этом формирование ответных реакций происходит на всех уровнях структурнотфункциональной организации организма - от афферентных проводников до подкорковых и корковых структур головного мозга.

При определенных значениях метеорологических и теллурических факторов (температура ниже 0° С, относительная влажность выше 85 %, атмосферном давлении ниже 100,5 и выше 102 кПа, скорости движения ветра более 8 $м \cdot с^{-1}$, магнитной индукции выше 100 мкТл), а также при резких изменениях погоды возникают ..нарушения жизнедеятельности человека - *метеопатические реакции.* Они связаны с нарушением существующих механизмов индивидуальной адаптации и чаще формируются у пожилых больных с ослабленной реактивностью и высокой *метеолабильностью.* Обладая метеотропными свойствами, климатолечебные факторы при некорректном применении могут вызвать подобные реакции, играя роль провоцирующего (разрешающего) фактора обострения заболевания.

В различных сочетаниях климатические факторы могут быть эффективно использованы для стимуляции механизмов долговременной адаптации организма. При этом на фоне общих неспецифических реакций организма проявляются специфические эффекты, характерные для отдельных климатолечебных факторов. Таким образом, несмотря на комплексный характер действия климатолечебных факторов по преобладанию одного из них условно выделяют различные виды климатотерапии - аэротерапию, гелиотерапию, талассотерапию и другие.

МЕДИЦИНСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТА ОСНОВНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОН

Продолжительное пребывание больных в местностях с определенным климатом оказывает лечебное воздействие при многих заболеваниях.

Континентальные климаты

Климат пустынь. Теплый сухой климат пустынь характеризуется высокой температурой воздуха (40-50° С) с большой су-

точной амплитудой ее колебаний, низкой влажностью воздуха (до 10 %), интенсивным солнечным излучением и малым количеством осадков. В условиях климата пустынь, когда температура воздуха выше температуры тела, ведущим способом теплоотдачи является испарение выделяющегося пота, количество которого может достигать 2 л в сутки. Возникающая физиологическая дегидратация неизбежно приводит к снижению фильтрующей и концентрирующей функций почек. Регулируя питьевой режим, человек может поддерживать и регулировать степень дегидратации организма.

Под действием излучения Солнца и горячего воздуха возникает длительное расширение сосудов кожи. Развивающаяся гиперемия сопровождается рефлекторным расширением сосудов почек (закон Дастра-Мората), что приводит к усилению почечного кровотока и восстановлению нарушенных болезнью функций.

Лечебные эффекты: *секреторный, терморегулирующий, дегидратирующий.*

Показания. Остаточные явления острого диффузного гломерулонефрита при наличии мочевого синдрома, хронический диффузный гломерулонефрит и амилоидный нефроз без недостаточности азотовыделительной функции почек и артериальной гипертензии.

Противопоказания. Острый гломерулонефрит, пиелонефрит, обострения хронических заболеваний почек и мочевыводящих путей.

Климат степей. Теплый сухой климат степей в летнее время характеризуется высокой температурой воздуха (до 30-35° С) и устойчивым интенсивным солнечным излучением (до 0,9 кВтм"^{2}). Благодаря наличию травяного покрова увеличивается относительная влажность воздуха (до 10-25 %) и уменьшается его запыленность. Низкая влажность облегчает теплоотдачу путем испарения пота с кожи и слизистых, благодаря чему больные хорошо переносят жару. Интенсивное солнечное излучение вызывает стойкую гиперемию кожных покровов и расширение сосудов почек. Дозированная дегидратация организма приводит к снижению повышенного артериального давления, выделению эритроцитов из депо и гемокоагуляции. Летучие вещества цветов и трав, создающие душистый аромат степей, возбуждают обонятельный анализатор и вызывают выраженные реакции сердечно-

сосудистой системы (брадикардия, понижение артериального давления), изменения высшей нервной деятельности.

Важным лечебным фактором в этой природной зоне является *кумыс* - кисломолочный напиток из кобыльего молока. Содержащиеся в нем незаменимые аминокислоты, ненасыщенные жирные кислоты, лактоза (стимулирующие синтез витаминов группы В и жизнедеятельность бифидум-флоры в толстом кишечнике), лизоцим (обладающий бактерицидным действием) и амилаза усиливают гидролиз поступающих пищевых продуктов, легко усваиваются организмом и активируют обмен веществ у ослабленных больных. Кроме того, молочная кислота и диоксид углерода стимулируют секрецию желудка. Диеты, обогащенные кумысом, восстанавливают архитектонику слизистой оболочки желудка и сорбционные свойства щеточной каймы, усиливают синтез кишечных гистогормонов, пристеночное пищеварение и всасывание питательных веществ. В результате курса кумысолечения масса тела у больных увеличивается на 2-7 кг. Сочетанное действие климата степей и кумыса приводит к рассасыванию туберкулезных инфильтратов, уплотнению очагов.

Лечебные эффекты: *микоцидный, секреторный, гипотензивный, нейро-регуляторный, актопротекторный.*

Показания. Заболевания дыхательной системы (хронический трахеит, бронхит с обильным выделением секрета, сухой плеврит, очаговый, инфильтративный и диссеминированный туберкулез легких в фазе рассасывания инфильтрата, уплотнения и рубцевания очагов, туберкулез периферических лимфатических узлов в фазе ремиссии, заболевания желудочно-кишечного тракта (функциональные расстройства желудка, хронический гастрит, дуоденит, колит, хронический гепатит), гипертрофический и вазомоторный ринит, хронический тонзиллит, фарингит и ларингит.

Противопоказания. Заболевания сердечно-сосудистой системы с недостаточностью кровообращения II-III стадии, хроническая пневмония, эмфизема легких, кавернозный туберкулез легких, бронхиальная астма с часто повторяющимися приступами.

Климат тропиков и субтропиков. Теплый и влажный климат этих зон отличается высокой и устойчивой температурой воздуха (до 40° С), минимальной скоростью ветра и высокой влажностью воздуха (до 80 %). Более половины дней в году здесь преобладает пасмурная и дождливая погода (муссоны и

пассаты). Буйная растительность субтропиков выделяет в воздух большое количество ароматических летучих веществ и фитонцидов, которые вместе с аэроионами обладают бактерицидным и седативным действием. В "естественном ингалятории" тропиков и субтропиков восстанавливается дренажная и секреторная функции легких, снижается повышенное кровяное давление. Вместе с тем, летом при высокой температуре и влажности воздуха теплоотдача организма затруднена и возрастает объем циркулирующей крови, что может неблагоприятно влиять на гемодинамику и сердечную деятельность больных, которые ощущают духоту. Оптимальным сезоном для лечения больных в данной климатической зоне являются осень и зима.

Лечебные эффекты: *седативный, бронходренирующий, гипотензивный, секреторный, метаболический.*

Показания. Хронические заболевания органов дыхания нетуберкулезного характера (трахеит, бронхит), нейро-циркуляторная дистония по гипертоническому типу, неврастения, климактерический невроз.

Противопоказания. Острые заболевания органов дыхания, хроническая пневмония, гипертоническая болезнь.

Климат лесов. Характерными особенностями прохладного и сухого климата смешанных лесов умеренного пояса являются невысокая температура воздуха (летом до 25-30° С) и его относительная влажность (до 60 %), а также малая скорость ветра. В чистом воздухе лесов повышено содержание кислорода, легких аэроионов и озона, снижена концентрация диоксида углерода. Повышенный фитогенез лесов (особенно в период почкования и цветения) обусловливает высокое содержание в воздухе летучих ароматических веществ, обладающих седативным, бактерицидным, фунгицидным и протистоцидным действием. Выделяемые деревьями и кустарниками в теплое время года терпены, эфиры и органические кислоты разжижают секрет воздухоносных путей человека и усиливают дренажную функцию расширенных бронхов. Возникающее во время пребывания в лесу замедление и углубление дыхания приводит к повышению легочной вентиляции и утилизации кислорода, усилению тканевого дыхания. Лесной климат усиливает торможение в коре головного мозга, повышает тонус подкорковых структур и центров (вегетативной нервной системы и терморегуляции). В результате тренировки сердечно-сосудистой системы восстана-

вливается кровоснабжение головного мозга и повышается сниженная работоспособность организма.

Лечебные эффекты: *седативный, нейро-регуляторный, актопротекторный, бронходренирующий, метаболический, гипотонический, бактерицидный, репаративно-регенеративный.*

Показания. Хронические заболевания органов дыхания (бронхит, трахеит, пневмония, эмфизема легких.туберкулез). Гипертоническая болезнь I-II стадии, постинфарктный кардиосклероз (1-2 мес), гипертрофический и вазомоторный ринит, хронический тонзиллит, фарингит и ларингит, неврозы.

Противопоказания. Ревматический миокардит, недостаточность кровообращения II-III стадии, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения III-IV ФК, атеросклероз сосудов нижних конечностей, облитерирующий эндартериит, варикозная болезнь, бронхиальная астма с частыми приступами.

Климат тундры. Прохладный и влажный климат тундры характеризуется избыточным увлажнением воздуха и почв, низкой температурой воздуха. Солнечное излучение имеет здесь малую спектральную плотность ультрафиолетовых лучей. Такие неблагоприятные особенности не позволяют использовать климат тундры для лечения больных.

Климат гор. Средне- и высокогорный климат характеризуется пониженным атмосферным давлением (снижается на 1 мм рт.ст. при подъеме на каждые 11 м), и температурой воздуха (снижается на 0,5-0,6° С при подъеме на каждые 100 м), низкой запыленностью воздуха и его высокой прозрачностью для солнечного излучения, интенсивность которого на высоте 2500 м достигает 1,05 кВтм$^{-2}$. В горах возрастает спектральная плотность длинно- и средневолнового ультрафиолетового излучения, понижается плотность воздуха (на четверть) и парциальное давление кислорода.

Гипоксическая гипоксия, возникающая в организме в условиях горного климата активирует механизмы срочной, а затем долговременной адаптации. Активация систем захвата и транспорта кислорода приводит к рефлекторному учащению дыхания и сердечных сокращений, вызывает выброс в кровоток депонированных эритроцитов, усиленное выведение из организма избытка ионов натрия и воды. Происходит разрушение наиболее чувствительных к гипоксии долгоживущих эритроцитов, продукты деструкции которых стимулируют эритро- и миелопоэз. В результате количество эритроцитов в периферической

крови повышается на 15-20 %, а содержание гемоглобина в них - на 8-10 %. Возникающая в горах частичная тканевая гипоксия стимулирует все виды обмена в организме, повышает активность микросомальной P_{450}-цитохромоксидазной системы печени и утилизацию продуктов метаболизма. Кроме того, в горах из-за некоторого снижения Т-хелперов и повышения содержания иммуноглобулинов возникает частичная иммуносупрессия. Стимуляция репаративной регенерации поврежденных тканей сменяется последующим рассасыванием рубцов соединительной ткани. Формирующиеся структурно-функциональные сдвиги *(системный след)* обеспечивают устойчивое приспособление систем жизнеобеспечения организма к условиям кислородной недостаточности, повышая степень их функциональных резервов.

Лечебные эффекты: *репаративно-регенеративный, адаптационно-трофический, иммунодепрессивный, метаболический, актопротекторный, детоксикационный, гемостимулирующий, бактерицидный.*

Показания. Хронические воспалительные заболевания органов дыхания (бронхит, трахеит, экссудативный и сухой плеврит), бронхиальная астма с редкими и легкими приступами, постинфарктный кардиосклероз (6 мес), туберкулез легких, костей, суставов, болезни крови (железодефицитная, пернициозная, гипопластическая, гемолитическая анемия в стадии ремиссии, хронические лейкозы, лимфогранулематоз, эритремия, токсические поражения системы крови), гипертрофический и вазомоторный ринит, хронический тонзиллит, фарингит и ларингит, неврозы.

Противопоказания. Туберкулез гортани, гипертоническая болезнь, недостаточность кровообращения I стадии, нарушения мозгового кровообращения, гепатит, почечная недостаточность, последствия черепно-мозговой травмы, беременность, фибромиома и миома матки, сахарный диабет в стадии декомпенсации.

Морские климаты

Климат морей и островов. Характеризуется малой амплитудой колебаний суточной температуры воздуха, умеренной или высокой влажностью (60-80 %), высоким атмосферным давлением **(102** кПа), постоянным движением воздуха, высоким содержанием а воздухе кислорода и аэроионов минеральных со-

лей. В высокоинтенсивном солнечном излучении значительна доля отраженных лучей.

Лечебное применение климата открытого моря и мелких островов возможно при продолжительных морских путешествиях, круизах вдоль морских берегов с живописным ландшафтом. Чередующиеся ветра раздражают термомеханосенсорное поле организма и вызывают выраженные психоэмоциональные реакции покоя и комфорта, способствуют восстановлению тормозно-возбудительных процессов в коре головного мозга. Морской климат вызывает нарастание в крови эритроцитов и содержания гемоглобина, снижение кровяного давления, повышение утилизации кислорода и выведение азотистых оснований и ионов тяжелых металлов.

Лечебные эффекты: *свдативный, нейро-регуляторный, актопротекторный.*

Показания. Неврастения, переутомление, железодефицитная анемия.

Противопоказания. Острые и хронические в стадии выраженного обострения воспалительные процессы различной локализации, хроническая пневмония, бронхиальная астма, дыхательная недостаточность I! стадии, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения выше III ФК, недостаточность кровообращения II стадии, гипертоническая болезнь, нефроз.

Климат морских берегов. Особенности приморского климата зависят от географического расположения местности, берегового ландшафта и розы ветров. Исходя из этого, целебными свойствами обладают преимущественно теплый и сухой (или влажный) приморские климаты южных широт. Близлежащая водная среда снижает суточные колебания температуры воздуха, обеспечивает его чистоту и прозрачность. Высокая интенсивность солнечного излучения летом вместе с прибоем вызывают распыление и испарение капелек морской воды в воздушное пространство. Морской воздух, содержащий микрокристаллы солей (хлорид, сульфат, бромид и йодид натрия, кальция, магния), вызывает гиперемию кожи и слизистых оболочек воздухоносных путей, восстанавливает их трофику, секреторную и выделительную функции, стимулирует репаративную регенерацию в различных органах. Ритмичный шум прибоя, вид спокойного моря и насыщенный бромидами и йодидами морской воздух восстанавливают соотношение тормозно-возбудительных процессов в коре головного мозга. Эти факторы уменьшают акти-

вирующие влияния ретикулярной формации на вышележащие центры, нормализуют высшую нервную деятельность и вегетативную регуляцию висцеральных функций.

Из-за различия температур поверхности моря и берега прибрежный воздух постоянно перемещается (береговые бризы), повышая удельный вес конвекции в механизмах теплоотдачи. Раздражая механорецепторы организма, он активирует нейроэндокринные механизмы регуляции функций, направленные на поддержание термического равновесия (гомойотермии) и устойчивости организма к факторам внешней среды. Тренировка механизмов долговременной адаптации и реактивности организма в этом климате происходит посредством стимуляции симпато-адреналовой, иммунокомпетентной и вегетативной систем. Нейротрофическое влияние на различные воспалительные и дистрофические процессы и функциональные нарушения усиливается морскими купаниями. В силу значительной влажности воздуха остывание морей происходит медленно и купальный сезон продолжается длительное время (до 110-120 суток в году).

Холодный и влажнъ1Й приморский климат северных морей характеризуются резкими изменениями температуры воздуха, ветрами и частыми изменениями погоды. Он малопригоден для лечения больных.

Лечебные эффекты: *седативный, нейротрофический, противовоспалительный (репаративно-регенеративный), актопротекторный, тонизирующий.*

Показания Заболевания органов дыхания (хронические бронхиты, пневмонии, сухой и экссудативный плеврит, бронхиальная астма), сердечно-сосудистой системы (нейроциркуляторная дистония всех типов, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения **I-II** ФК, гипертоническая болезнь I-II стадий, митральные и аортальные пороки), желудочно-кишечного тракта (функциональные расстройства желудка и кишечника, дискинезии желчевыводящих путей), ЛОР-органов, нервной системы (последствия закрытых травм головного мозга через 4-6 мес, неврастения, вегето-сосудистые дисфункции, мигрень, токсическая энцефалопатия), мочеполовых органов (хронический диффузный гломерулонефрит без нарушения азотовыделительной функции почек), эндокринной системы (гипертиреоз, диффузный токсический зоб без явлений тиреотоксикоза) и системы крови (анемии различных видов, хронические лейкозы, эритремия).

Противопоказания. Острые воспалительные процессы различной локализации и хронические в стадии выраженного обострения, ревматический и инфекционно-аллергический эндо~, мио- и перикардит, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения выше !!1 ФК с нарушениями ритма, недостаточность кровообращения II стадии, гипертоническая болезнь II-III стадии, тиреотоксикоз.

АЭРОТЕРАПИЯ

Аэротерапия - лечебное применение свежего воздуха на открытой местности. Она включает в себя *круглосуточную аэротерапию* (прогулки, длительное пребывание (сон) в специальных климатопавильонах и верандах) и *воздушные ванны* (воздействие воздуха на полностью или частично обнаженного больного).

Круглосуточная аэротерапия.

Круглосуточная аэротерапия - длительное (включая сон) воздействие свежего воздуха на больного.

Физиологическое и лечебное действие воздуха обусловлено охлаждением человека и повышенным обеспечением организма кислородом.

Возбуждение холодным воздухом механорецепторов и термочувствительных структур кожи и слизистых оболочек верхних дыхательных путей приводит к рефлекторному изменению дыхательного паттерна и структуры сердечного цикла. Увеличение дыхательного объема и альвеолярной вентиляции способствуют нарастанию парциального давления кислорода в альвеолах. Сочетающиеся с ними повышение частоты сердечных сокращений, ударного объема левого желудочка и кровяного давления приводят к увеличению поглощения кислорода кровью и ускорению его доставки к тканям. Активация захвата и доставки кислорода тканям усиливается в свободном воздушном пространстве, содержание кислорода в котором выше, чем в закрытых помещениях. Находящиеся в воздухе аэроионы, терпены и озон повышают окислительный потенциал поглощаемого кровью кислорода.

Под действием холодного атмосферного воздуха происходит перестройка компенсаторных реакций системы дыхания, кровообращения и терморегуляции.

Изменения структуры дыхательного паттерна при аэротерапии направлены на увеличение эффективности внешнего дыхания. При этом повышение устойчивости дыхательной системы происходит за счет перестройки на энергетически более экономный режим ее функционирования. Так гипервентиляция легких за счет учащения дыхания сменяется брадипноэ, что при углублении дыхания приводит к увеличению дыхательного объема. Возникающее при этом за счет расширения мелких бронхов холодным воздухом повышение вентиляции альвеол и снижение степени ее неравномерности усиливают диффузию кислорода через альвеолокапиллярный барьер. В сочетании с увеличением парциального давления кислорода в альвеолах такое увеличение дыхательного объема и степени равномерности вентиляции приводит к повышению напряжения кислорода в малом круге кровообращения.

Компенсация нарушенных при болезни процессов захвата кислорода легкими при повышении его содержания в воздухе дополняется более совершенными и энергетически менее затратными реакциями системной гемодинамики. Уменьшение частоты сердечных сокращений и кровяного давления в сочетании с повышением ударного объема компенсирует повышенный минутный объем сердца. Кроме того, из-за повышения сократимости миокарда и снижения объемной скорости кровотока увеличивается пульсовое давление и венозный отток, снижается повышенное периферическое сопротивление сосудов и усиливается газообмен кислорода и диоксида углерода в тканях. Совершенствование компенсаторных механизмов сердечно-сосудистой системы приводит к увеличению толерантности больных к физической нагрузке, восстановлению кровоснабжения головного мозга и миокарда. Улучшение вентиляционно-перфузионных отношений особенно выражено у больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких.

При чередующемся воздействии холодного и теплого воздуха повышается терморегуляторный тонус мышц шеи, туловища и сгибателей конечностей. В результате усиления сократительного термогенеза повышается теплопродукция организма. При повторяющихся процедурах снижается чувствительность термосенсорных структур бронхов и формируются положительные условные рефлексы на холодовой фактор. В результате при

повторных охлаждениях сокращается латентный период реакции терморегуляции. Повышение теплопродукции в этих условиях происходит за счет включения гормонального механизма термоадаптации, связанного с активацией симпато-адреналовой системы. В результате снижения терморегуляторного тонуса образование тепла в большей степени связано с разобщением клеточного дыхания и окислительного фосфорилирования.

Длительное пребывание на открытой местности с живописным ландшафтом способствует формированию положительных психоэмоциональных реакций ("ландшафтный рефлекс"). Наряду с положительными эмоциями сон на воздухе эффективно восстанавливает нарушенное равновесие тормозно-возбудительных процессов в коре головного мозга. Особое значение круглосуточная аэротерапия приобретает в холодный период года, когда больные проводят большую часть времени в помещениях.

Вместе с тем, врачу необходимо помнить, что холодовой воздушный фактор оказывает двухфазное действие на больных. В первую фазу он стимулирует перестройку специфических механизмов захвата и транспорта кислорода и неспецифических механизмов повышения реактивности организма. Напротив, во вторую фазу, холодный воздух при длительном воздействии вызывает угнетение нейро-гуморальных механизмов термоадаптации вплоть до их срыва.

Лечебные эффекты: *вентиляционно-перфузионный, тонизирующий, актопротекторный, нейромиостимулирующий, вазоактивный.*

Показания. Заболевания миокарда и клапанного аппарата сердца без нарушения ритма, атеросклероз коронарных, мозговых и периферических сосудов, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения I-II ФК, нейроциркуляторная дистония всех форм, гипертоническая болезнь I-II стадии, хронические заболевания органов дыхания (бронхит, трахеит, пневмония) в фазе ремиссии, туберкулез легких в фазе рассасывания и уплотнения, хронические заболевания органов пищеварения и обмена веществ вне обострения, функциональные заболевания нервной системы с нерезко выраженными проявлениями, метеопатические реакции.

Противопоказания. Обострения хронических заболеваний периферической нервной системы (невриты, невралгии, радикулиты), суставов, почек, хронические заболевания сердечно-



Рис. 120. Номограмма эквивалентно-эффективных температур для одетого человека.

Для определения ЭЭТ находят на осях значения показаний сухого и смоченного термометров аспирационного психрометра и на кривой скорость движения ветра по показаниям чашечного анемометра. Значение ЭЭТ находится в точке пересечения прямой, соединяющей показания обоих термометров с кривой, соответствующей определенному значению скорости ветра.

сосудистой системы с недостаточностью кровообращения II-III стадии, органов дыхания с легочной недостаточностью выше II стадии, частые рецедивирующие ангины, пневмонии, лица старше 60 лет с повышенной чувствительностью к холоду.

Параметры. Аэротерапию проводят при различных значениях температуры и влажности воздуха, скорости ветра, определяющих охлаждающую способность воздуха. Для комплексной оценки этих параметров принято понятие *"эквивалентно-эффективной температуры"* (ЭЭТ), определение которой проводят по номограмме (рис. 120). В зависимости от величины

ЭЭТ выделяют зону *охлаждения* (1-17° С), *комфорта* (17-21° С) и *нагревания* (выше 21° С).

Процедуры выполняют на верандах, балконах спальных корпусов санаториев, лоджиях и специальных климатопавильонах - *аэрариях.* Их оборудуют навесами или шторами для защиты от дождя и солнечного излучения.

Методика. В лечебной практике используют пребывание больных на свежем воздухе в парках (на кушетках, шезлонгах и гамаках), а также сон (дневной и ночной) на свежем воздухе в климатопавильонах. Кроме того, ослабленным больным аэротерапию проводят в палатах при открытых окнах, фрамугах или дверях. Во время сна и отдыха на балконах, верандах (климатопавильонах) больных укрывают и одевают в зависимости от индивидуальной чувствительности к холоду. Процедуры сна на свежем воздухе проводят после периода адаптации (3-5 дней), включающего водные процедуры.

Круглосуточную аэротерапию сочетают с электросонтерапией, гелиотерапией (в аэрофотариях), лечебной физической культурой (гимнастическими упражнениями).

Дозирование процедур круглосуточной аэротерапии осуществляют по продолжительности воздействия с учетом эквивалентно-эффективной температуры. Для курсового проведения круглосуточной аэротерапии используют несколько режимов воздействия (табл. 20). Продолжительность проводимых ежедневно или через день процедур - от 1 часа до 8-10 часов. Курс лечения составляет 10-20 процедур. Повторный курс круглосуточной аэротерапии проводят через 5-6 мес.

Таблица 20

Режимы круглосуточной аэротерапии

Режим	Продолжительность процедур	
	Температура воздуха ниже 10° С	Температура воздуха выше 10° С
I - слабый	До 1-2 час	До 2-3 час
II - умеренный	3-6 час	До 6-9 час
III - интенсивный	9-12 час	Круглосуточно

Воздушные ванны

Воздушные ванны - дозированное воздействие свежего воздуха на полностью или частично, обнаженного больного.

По сравнению с круглосуточной аэротерапией холодные воздушные ванны являются более интенсивными термическими раздражителями. В результате усиленной оксигенации тканей и стимуляции симлато-адреналовой системы происходит активация клеточного дыхания и различных видов обмена, В ответных реакциях на них основную роль в механизмах теплопродукции организма начинают играть изменения метаболизма тканей под действием выделяющихся вследствие сильного раздражения термомеханосеносорного поля обнаженного тела катехоламинов, кортикостероидов и тиреоидных гормонов.

Первые активируют адренергические нейроны ретикулярной формации и через β-адренорецепторы усиливают процессы цАМФ-зависимого фосфорилирования углеводов, окисления жирных кислот и переаминирования белков. Выделяющиеся тиреоидные гормоны потенцируют адренергическую стимуляцию кровообращения. В результате в крови снижаются исходно повышенные уровни холестерина, атерогенных Р-липотротеидов, активируется ресинтез гликогена и инактивация токсинов микросомальной цитохромной системой печени. Глюкокортикоиды понижают активность муколитических процессов и образование антител к различным микроорганизмам, повышают клеточный и гуморальный иммунитет. Наряду с вызываемым ими увеличением активности миелопероксидазы и щелочной фосфатазы лейкоцитов, повышается устойчивость лизосомальных мембран фагоцитов и лимфоцитов, что приводит к активации процессов репаративной регенерации и восстановлению обмена соединительной ткани.

При приеме холодной воздушной ванны происходят фазные изменения терморегуляции больного. В первую фазу (нейрорефлекторную или *первичного озноба)* у больного снижается температура кожи и активируется терморегуляторный тонус мышц. Повышение сократительного термогенеза мышц сопровождается учащением дыхания, рефлекторной тахикардией, ощущениями зябкости и холода. Во вторую фазу *(реактивную)* повышается удельных вес метаболической теплопродукции за счет активации различных видов обмена в организме. В результате повышения теплоотдачи путем теплопроводности и конвекции у больных возникает гиперемия кожи и появляется ощущение теплового комфорта. При дальнейшем пребывании больного на холодном воздухе наступает третья фаза *(вторичного озноба),* которая характеризуется парезом сосудов кожи, застойной венозной гиперемией (цианозом), симпатическим пиломоторным

рефлексом ("гусиная кожа"). Возникающее перенапряжение механизмов термоконсервации в эту фазу может привести к переохлаждению больного и обострению болезни»

Повышение температуры принимаемых воздушных ванн способствует снижению частоты сердечных сокращений и дыхания, понижению кровяного давления и периферического сопротивления сосудов. Реакции сердечно-сосудистой и дыхательной системы выражены нерезко и такие ванны легко переносятся больными, предохраняя организм от перегревания.

В процессе курсового воздействия запуск механизмов термоадаптации приводит к изменению удельного веса различных механизмов теплопродукции и теплоотдачи, что существенно повышает реактивность организма к факторам внешней среды. Наряду с активацией терморегуляции, воздушные ванны восстанавливают нормальные соотношения процессов высшей нервной деятельности.

Лечебные эффекты: *тонизирующий, метаболический, трофический, актопротекторный, нейромиостимулирующий, вазоактивный.*

Показания. Заболевания миокарда и клапанного аппарата сердца без нарушения ритма, постинфарктный кардиосклероз (5-6 мес), атеросклероз мозговых и периферических сосудов, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения I-II ФК, нейроциркуляторная дистония всех форм, гипертоническая болезнь I-II стадии, хронические заболевания органов дыхания (бронхит, трахеит, пневмония) в фазе ремиссии, туберкулез легких в фазе рассасывания и уплотнения, хронические заболевания органов пищеварения и обмена веществ вне обострения, последствия заболеваний и травм опорно-двигательного аппарата, хронический гломерулонефрит и пиелонефрит, остаточные явления после перенесенных заболеваний и травм центральной и периферической нервной системы, болезни крови в стадии стойкой ремиссии, болезни кожи, хронический отит, ринит, фарингит, ларингит, метеопатические реакции.

Противопоказания. Острые респираторные заболевания, обострения хронических заболеваний периферической нервной системы (невриты, невралгии, радикулиты), суставов, почек, хронические заболевания сердечно-сосудистой системы с недостаточностью кровообращения II-III стадии, органов дыхания с легочной недостаточностью выше II стадии, **частые** рецидивирующие **ангины,** острая пневмония, ревматизм, бронхиальная астма с частыми приступами.

Параметры. Воздушные ванны проводят при различных значениях эквивалентно-эффективной температуры. По термической характеристике различают *холодные* воздушные ванны (при ЭЭТ 1-8° С), *умеренно холодные* (9-16° С), *прохладные* (17-20° С), *индифферентные* (21-22° С) и *теплые* (свыше 22° С).

С учетом сезона и погоды воздушные ванны принимают в палатах при открытых окнах, верандах и балконах, специально приспособленных для этой цели климатопавильонах (аэрариях) или климатопалатках, в парке, на берегу моря.

Методика. Частично или полностью обнаженных больных размещают на кушетках или лежаках в климатолечебных сооружениях. При холодных или прохладных ваннах больные во время процедур выполняют физические упражнения, интенсивность которых зависит от погодных условий. В зависимости от степени обнажения тела различают полные воздушные ванны (с полным обнажением тела) и полуванны (с обнажением тела до пояса). Воздушные полуванны назначают обычно как подготовительные к полным воздушным ваннам, которые проводят после периода адаптации (3-5 дней), включающего водные процедуры.

Воздушные ванны сочетают с электросонтерапией, гелиотерапией (солнечными ваннами) и талассотерапией (морскими купаниями).

Продолжительность проводимых ежедневно процедур - от 10 мин до 135 мин. Курс лечения составляет 10-20 процедур. Повторный курс воздушных ванн проводят через 1-2 мес.

Дозирование воздушных ванн осуществляют по *холодовой нагрузке* — разнице между теплоотдачей и теплопродукцией, отнесенной к единице поверхности тела. В зависимости от эквивалентно-эффективной температуры для обнаженного больного (см. рис. 121) ее достигают при различной продолжительности воздействия (рис.122). Именно сочетание таких параметров (ЭЭТ и длительности процедуры) определяет интенсивность холодового воздействия (силу "холодового удара"), которая повышается при понижении ЭЭТ при одинаковой холодовой нагрузке. Для определения продолжительности воздействия следует при фиксированной ЭЭТ найти время, соответствующее назначенной холодовой нагрузке. Для курсового проведения воздушных ванн используют несколько режимов воздействия (табл. 21).

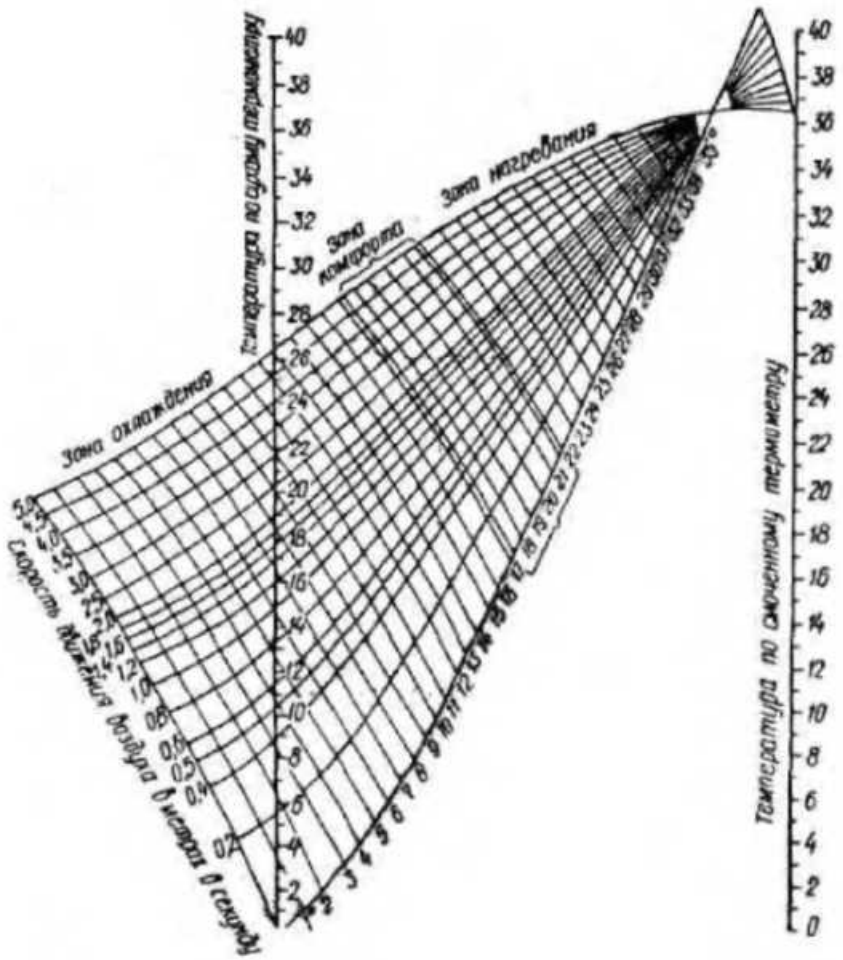


Рис. 121. Номограмма эквивалентно-эффективных температур для раздетого человека.

Для определения ЭЭТ находят на осях значения показаний сухого и смоченного термометров аспирационного психрометра и на кривой скорость движения ветра по показаниям чашечного анемометра. Значение ЭЭТ находится в точке пересечения прямой, соединяющей показания обоих термометров с кривой, соответствующей определенному значению скорости ветра.

Таблица 21

Режимы воздушных ванн

Режим	Холодовая нагрузка, кДж·м$^{-2}$		Порядок увеличения	ЭЭТ не ниже, ° С
	исходная	максимальная		
I слабый	20-40	100	На 20 кДж·м$^{-2}$ через каждые 3-5 суток	17-18
II умеренный	60	140	На 20 кДж·м$^{-2}$ через каждые 2-3 суток	12-15
III интенсивный	100	180	На 20 кДж·м$^{-2}$ через каждые 1-2 суток	10-12

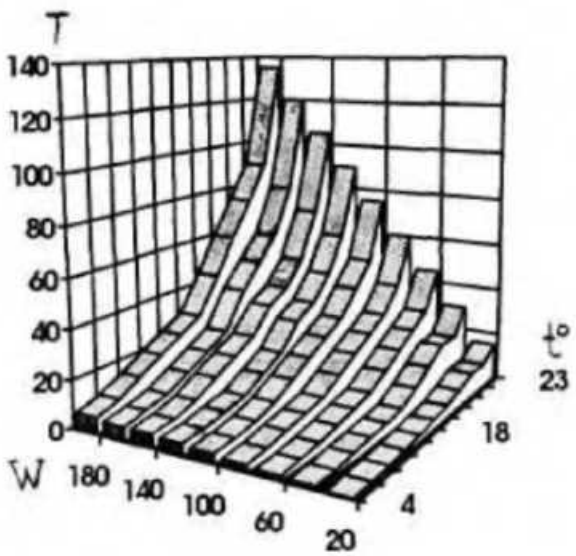


Рис.122. Продолжительность воздушных ванн. По оси абсцисс-продолжительность воздействия Т, мин, ординат-эквивалентно-эффективная температура ЭЭТ° С, аппликатхолодовая нагрузка W, кДж·м$^{-2}$

Аэрофитотерапия

Аэрофитотерапия - лечебное применение насыщенного летучими веществами растений воздуха.

Выделяемые растениями летучие ароматические вещества (фитонциды, терпены, эфирные масла и др.), при вдыхании попадают в верхние носовые ходы и адсорбируются на рецепторных белках мембран обонятельных рецепторов. Их стимуляция активирует клетки обонятельной луковицы, посылающие свои аксоны в обонятельную кору. Двусторонние связи ее областей (прежде всего обонятельного бугорка коры и миндалины) с гипоталамусом, таламусом, голубым пятном и структурами ствола головного мозга обусловливают возбуждение лимбической системы, высших вегетативных центров и определяют эмоционально-мотивационные реакции на различные фитоорганические вещества.

Восходящие афферентные потоки от обонятельных рецепторов модулируют процессы высшей нервной деятельности, вегетативную регуляцию висцеральных функций. В результате при вдыхании летучих ароматических веществ у пациента изменяется тонус подкорковых центров головного мозга, изменяется его реактивность и психо-эмоциональное состояние. Направленность этих процессов определяется структурой обонятельных раздражителей, и неодинакова у летучих веществ различных растений. Взаимодействуя с микрофлорой верхних дыхательных путей, такие вещества могут вызывать их гибель или тормозить размножение.

Лечебные эффекты: *тонизирующий, седативный, адаптогенный, спазмолитический, гипотензивный, бактерицидный.*

Показания. Заболевания сердечно-сосудистой системы (гипертоническая болезнь I-II стадии, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения I-II ФК, атеросклероз мозговых и коронарных сосудов, нейроциркуляторная дистония всех форм), хронические заболевания органов дыхания (бронхиты, трахеиты, пневмонии, бронхиальная астма смешанной формы) в фазе ремиссии, хронический спастический колит, дискинезии желчевыводящих путей, климакс,

неврозы, функциональные расстройства центральной нервной системы (бессонница, утомление и др.).

Противопоказания. Обострения хронических заболеваний органов дыхания, суставов, почек, хронические заболевания сердечно-сосудистой системы с недостаточностью кровообращения II-III стадии, органов дыхания с легочной недостаточностью выше II стадии, острые респираторные заболевания, частые рецидивирующие ангины, психозы.

Параметры. Аэрофитотерапию проводят природным воздухом, насыщенным летучими веществами различных растений. Процедуры проводят в парковых зонах и в засаженных эфирно-масличными растениями беседках. В зависимости от влияния летучих веществ на организм для получения тонизирующего эффекта применяют *гвоздику, жасмин, ирис, лаванду, лавр благородный, полынь, розмарин, рябину, смородину, тополь черный, черный перец, шалфей;* седативного - *апельсин, валериану, герань душистую, лимон, мандарин, резеду, розу, ромашку, сантолин, цикламен;* адаптогенного - *мяту и чеснок.*

Методика. В засаженных эфирно-масличными растениями парковых зонах больные располагаются на скамейках или в шезлонгах на расстоянии 50-60 см перед растениями. В начале и конце процедуры больные дышат глубоко, а в остальное время - в нормальном ритме. В лечебной практике используют также прогулки больных в парковых зонах в сочетании с дыхательной гимнастикой. Процедуры начинают через 1-2 часа после приема пищи. В зимний период аэрофитотерапию проводят в помещениях с открытыми форточками или дверьми с использованием одорантов "Бодрость", "Южная ночь", дезодорантов "Лесной", "Хвойный" и др. В фитоаэрариях используют также отрицательные частицы пахучих веществ *(аэроионофитотерапия),* которые генерируют при помощи аппарата АФ-01.

Дозирование процедур аэрофитотерапии осуществляют по длительности воздействия с учетом **ЭЭТ.** Продолжительность проводимых ежедневно процедур - 8-12 мин. Курс лечения составляет 15-30 процедур. Повторный курс аэрофитотерапии проводят через 1-2 мес.

СПЕЛЕОТЕРАПИЯ

Спелеотерапия - (греч. откАос, - пещера) - лечение пребыванием больных в условиях микроклимата естественных и искусственных пещер (соляных копей, шахт и др.).

Основным действующим фактором воздушной среды соляных копей и пещер является *мелкодисперсный аэрозоль солей натрия, кальция, калия и магния,* а также отрицательные аэроионы. Вдыхание таких аэрозолей и аэроионов приводит к разжижению мокроты и ускоряет ее выведение из воздухоносных путей вплоть до бронхиол. При этом, наряду с улучшением бронхиальной проходимости, восстанавливается мукоцилиарный клиренс мерцательного эпителия бронхов и кровоток слизистой оболочки дыхательных путей. В результате усиливается вентиляционно-перфузионная функция легких, диффузия кислорода через альвеоло-капиллярный барьер и его утилизация различными тканями организма.

Усиление функции внешнего дыхания (повышение жизненной емкости и минутной вентиляции легких) приводит к снижению кровяного давления в легочной артерии и способствует повышению сократительной функции сердца. У больных гипертонической болезнью снижается артериальное давление. Адаптация организма к специфическому микроклимату спелеолечебниц сопровож-

дается активацией симпато-адраналовой системы, усилением выработки гормоиов эндокринными органами.

Малое количество микроорганизмов в воздухе пещер и солекопей приводит к снижению сенсибилизации организма и уменьшению содержания антител. Увеличивается количество фагоцитирующих макрофагов и Т-лимфоцитов, уменьшается содержание иммуноглобулинов A,G и E и повышается лизоцммная активность сыворотки крови. Аэрозоли солей тормозят размножение микрофлоры дыхательных путей, предотвращая развитие воспалительного процесса.

Тишина и необычная обстановка пещеры восстанавливает процессы торможения в коре головного мозга. Создаваемый присутствием аэроионов запах свежего и насыщенного воздуха положительно действует на больных, создавая ощущение свежести, легкости дыхания и психоэмоционального комфорта.

Лечебные эффекты: *бронходренирующий, гипосенсибилизирующий, противовоспалительный, седативный, актопротекториый, гипотензивный.*

Показания. Заболевания органов дыхания (бронхиальная астма всех форм, рецидивирующий трахеобронхит, хронический обструктивный бронхит) в фазе ремиссии с легочной недостаточностью не выше I! стадии, поллинозы, риносинусопатии, респираторные аллергозы, нейроциркуляторная дистония, нейродермит, рецидивирующая экзема, атопический дерматит, вегетососудистые дисфункции, синдром хронической усталости.

Противопоказания. Заболевания сердечно-сосудистой системы с недостаточностью кровообращения II-III стадии, органов дыхания с легочно-сердечной недостаточностью выше II стадии, часто рецедивирующие ангины,, хронические заболевания почек с почечной недостаточностью выше II степени, инфекционные заболевания, психозы, клаустрофобия.

Природные источники и условия проведения. Процедуры проводят в карстовых пещерах (классическая спелеотерапия), соляных шахтах, калийных рудниках, гротах. Образующие их породы определяют физико-химический состав воздуха пещер и горных выработок. Лечение больных проводят в солерудниках Березники (Россия), Солотвино (Украина), Солигорск (Белорусия), Нахичевани (Азербайджан), Чон-Туз (Киргизия), пещере "Белой" под Цхалтубо (Грузия), золотокопях Бад-Гаштейн и солеруднике Сольбад-Сальцеман (Австрия), пещере Клутерт и солекопях Шенебеке (Германия), пещерах Беке, Тапольца (Венгрия), Гамбасекской пещере (Словакия), солерудниках "Кинга" (Польша) и Сигет (Румыния), пещере "Магура" (Болгария).

Параметры. При движении воздуха вдоль соляных пород в стволах пещер и горных выработках рудников образуются мелкодисперсный аэрозоль NaCl, KCl и $MgCl_2$. Концентрация солей в воздухе составляет 3-5 $мг \cdot м^{-3}$, а линейные размеры большинства частиц (80-90%) не превышают 5 мкм и они легко проникают в бронхиолы (см. рис. 99). Содержание микроорганизмов в воздухе пещер составляет 100-700 $КОЕ \cdot м^{-3}$. Температура воздуха в пещерах - 7-22° С, относительная влажность - 40-75%.

Методика. В помещении спелеолечебницы больные принимают удобную позу (сидя, лежа), засыпают или выполняют дыхательную гимнастику, терренкур с медленными и глубокими вдохами и выдохами. Контроль их состояния осуществляет медицинская сестра.

Дозирование процедур спелеотерапии осуществляют по продолжительности воздействия и параметрам микроклимата спелеолечебниц. Продолжительность ежедневно проводимых дневных процедур 1-5 часов, ночных - 12 часов (с 20 до 8 часов). Курс лечения 18-23 процедуры. Повторный курс спелеотерапии проводят через 12 мес.

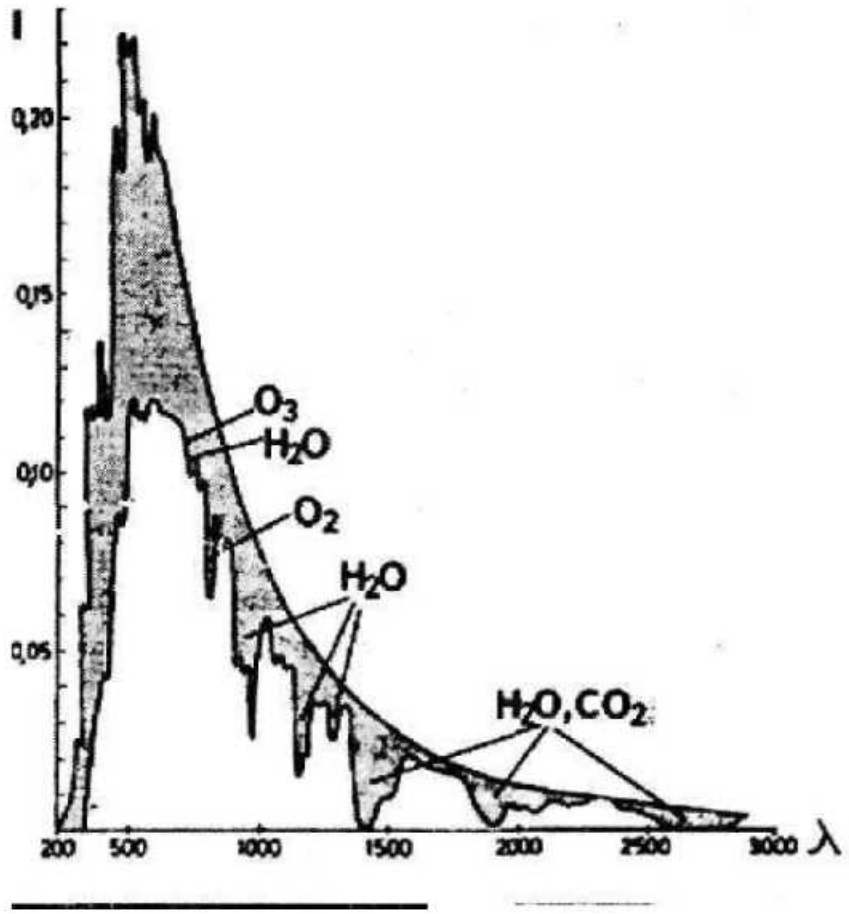


Рис 123. Спектральный состав излучения Солнца при различной высоте над горизонтом в средней полосе России.
По оси абсцисс: длина волны, λ, нм, по оси ординат: спектральная плотность излучения $Вт \cdot см^{-2}$.
Заштрихованная область соответствует энергии излучения Солнца, поглощенной различными компонентами атмосферы (максимумы поглощения конкретных веществ обозначены на рисунке).

ГЕЛИОТЕРАПИЯ

Гелиотерапия - лечебное применение солнечного излучения. Она включает воздействие солнечного излучения на полностью или частично обнаженного больного (солнечные ванны).

Основным действующим фактором гелиотерапии является оптическое излучение Солнца в диапазоне длин волн $2{,}8 \cdot 10^{-7}$-10^{-3} м, включающее в себя инфракрасное, видимое и ультрафиолетовое излучения длинно- и средневолнового диапазона. В спектре излучения Солнца, достигающего земной поверхности (рис. 123), отсутствуют коротковолновые ультрафиолетовые лучи, практически полностью поглощаемые озоновым слоем атмосферы.

Интенсивность и спектральный состав оптического излучения Солнца определяются высотой его расположения над горизонтом и прозрачностью атмосферы. Снижающие прозрачность атмосферы водяные пары (туман, тучи) способны задерживать до 20% инфракрасных, а пыль и дым - до 40 % ультрафиолетовых лучей Солнца (см. рис. 123). Их максимальная спектральная плотность в излучении Солнца (4 %) летом в южных районах

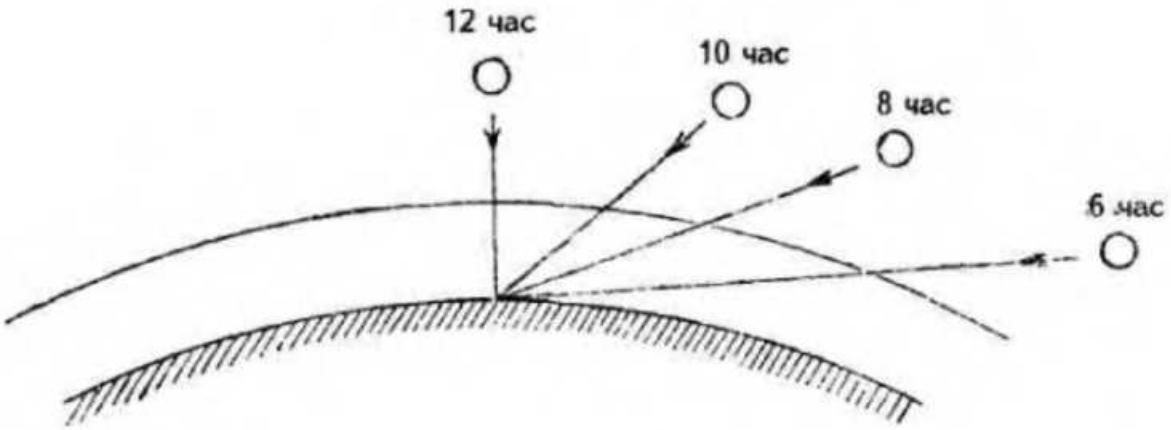


Рис. 124. Траектория движения Солнца над участком Земной поверхности.

России наблюдается в 10-11 час, а в северных - в 11-12 час. В утренние и вечерние часы из-за увеличения пути прохождения лучей Солнца в атмосфере (рис. 124) поглощение оптического излучения с малыми длинами волн (ультрафиолетовых лучей) увеличивается в 35 раз, а их доля в спектре солнечного излучения не превышает 1%. С уменьшением географической широты спектральная плотность длинноволнового ультрафиолетового излучения падает. Необходимо учитывать, что при гелиотерапии на больного помимо прямых солнечных лучей действует рассеянное излучение от небосвода и отраженное от поверхности Земли и различных объектов. Относительная доля рассеянного излучения составляет соответственно 60% от интенсивности прямого излучения Солнца, а отраженного - 30%.

Кроме суточных колебаний спектральной плотности солнечного излучения существуют и его сезонные ритмы. Так, например, в осенне-зимний период в спектре солнечного излучения к северу от 57 параллели ультрафиолетовое излучение вообще отсутствует (ультрафиолетовая ночь). Между широтами 57-52° условия ультрафиолетового дефицита сохраняются только в разгар зимы, а ниже 52° ультрафиолетовое излучение присутствует в спектре солнечного излучения круглый год.

Лечебное действие солнечного излучения определяется сочетанием реакций, возникающих в организме при одновременном воздействии на него излучений отдельных диапазонов - инфракрасного, видимого и ультрафиолетового (см. *Фототерапия).* В их основе лежат фотофизические и фотохимические процессы, происходящие при поглощении различных квантов оптического излучения. Вместе с тем при оценке физиологиче-

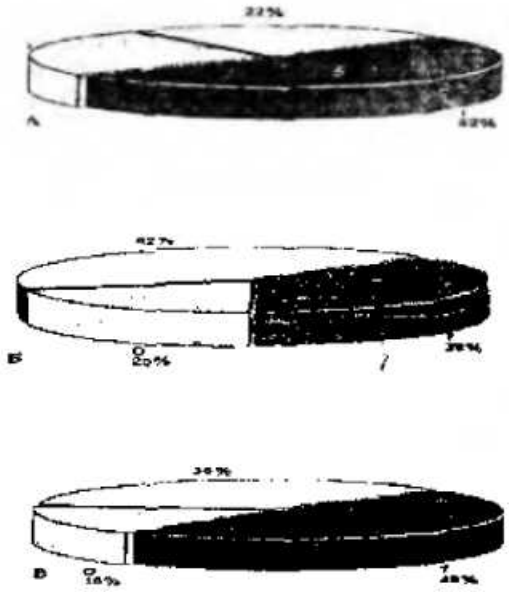


Рис. 125. Структура лимфоцитов крови людей (в % от общего количества), подвергнутых солнечному облучению.
А-в начале облучения; Б-после курса (100 биодоз) облучения (24 дня); В через 1,5 мес после облучения.

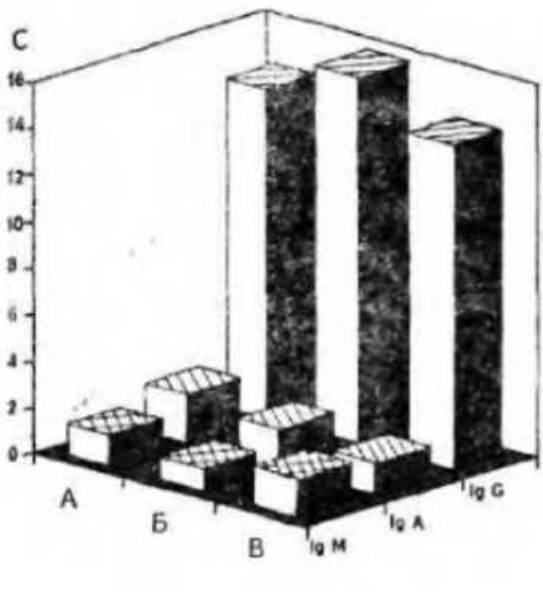


Рис. 126. Динамика содержания иммуноглобулинов (Ig) у людей, подвергнутых солнечному облучению.
А-в начале облучения; Б-после курса (100 биодоз) облучения (24 дня); В-через 1,5 мес после облучения.
По оси ординат содержание С, г·л$^{-1}$.

ского действия суммарного излучения Солнца необходимо учитывать взаимное ослабление эффектов инфракрасного и ультрафиолетового излучений (феномен фотореактивации).

Сочетанным воздействием всех участков оптического спектра обусловлена фазность реакций на солнечное излучение. Вначале возникает гиперемия кожи, вызванная инфракрасным и видимым излучением, а затем (через 6-12 ч) появляется эритема, обусловленная средневолновым ультрафиолетовым излучением. Через 3-4 суток она уменьшается, и повышается шелушение утолщенного эпидермиса. В эти же сроки проявляется пигментация кожи (загар), вызванная длинноволновым ультрафиолетовым излучением.

Пигментация кожи косметически привлекательна и ее "бронзировку" широко используют в практике курортного лечения. Усиление процессов синтеза меланина и миграция клеток Лангерганса в дерму приводят к компенсаторной активации клеточного» (рис. 125) и> гуморального (рис. 126) иммунитета. Кроме того, в результате стимуляции солнечным излучением

эпифиза и других подкорковых центров происходит усиление высшей нервной деятельности, мозгового кровообращения и тонуса мозговых сосудов, что оказывает нейротрофическое действие на внутренние органы и ткани.

Длинноволновое ультрафиолетовое излучение Солнца вызывает фотодеструкцию белков в поверхностных слоях кожи. Среди образующихся при этом соединений находится уроканова кислота, которая хорошо поглощает средневолновые ультрафиолетовые лучи и тем самым защищает организм от их дальнейшего проникновения вглубь организма. Кроме того, меланин как зонтик предохраняет кожу от дальнейшего распространения инфракрасного излучения. Происходящее вследствие его поглощения усиление теплоотдачи (путем испарения) препятствует перегреванию организма. Вместе с тем при длительном пребывании на солнце происходит уплотнение и дегидратация кожных покровов, что приводит к преждевременному появлению складок и морщин. Знаменитый врач древности Авиценна писал в Каноне врачебной науки: "Никто не должен пребывать слишком долго на Солнце, иначе его тело станет сухим, твердым и грубым'.

Образующиеся в процессе формирования эритемы биологически активные вещества поступают в кровоток и стимулируют клеточное дыхание в различных тканях организма и репаративную регенерацию. Из-за раздражения нервных проводников кожи они дополняются нейро-рефлекторными реакциями сосудистого тонуса и активации симпато-адреналовой системы. Взаимосвязанная нейро-гуморальная регуляция гомеостаза и метаболизма дополняется специфическими эффектами образования витамина D_3 и активации микросомальной системы печени. В процессе курсового воздействия солнечного излучения запуск специфических и неспецифических фотобиологических реакций восстанавливает нормальные соотношения процессов высшей нервной деятельности, что существенно повышает реактивность организма к различным факторам внешней среды.

Лечебные эффекты: *пигментирующий, витаминообразующий, иммуностимулирующий, трофостимулирующий, тонизирующий, вазоактивный, психоэмоциональный.*

Показания. Заболевания миокарда и клапанного аппарата сердца без нарушения ритма, постинфарктный кардиосклероз (5-6 мес), ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения I-II ФК, нейроциркуляторная дистония всех форм, гипертоническая болезнь I-II стадии, последствия заболеваний и травм

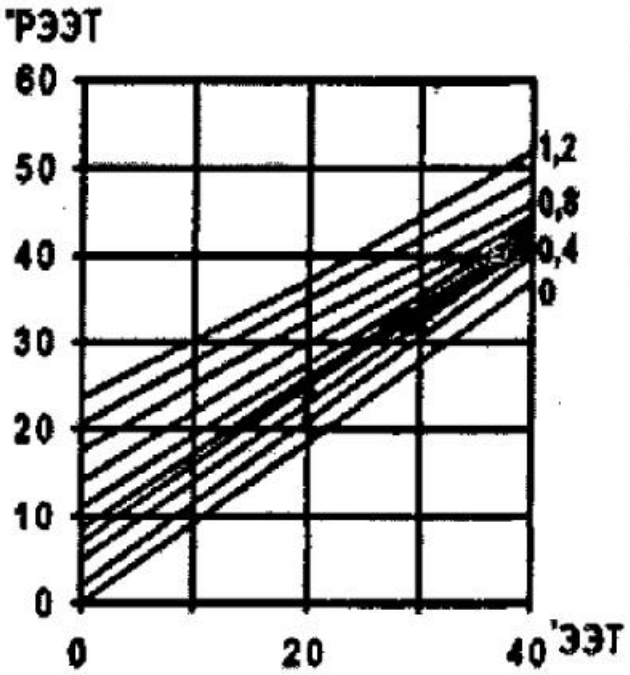


Рис.127. Номограмма радиационно-эквивалентно-эффективных температур.
Для определения РЭЭТ находят точку пересечения линий °ЭЭТ (по оси абсцисс) и плотности солнечного излучения (правая ось ординат), кДжм$^{-2}$, а затем по левой оси ординат - значение РЭЭТ.

опорно-двигательного аппарата, хронические заболевания органов дыхания (бронхит, трахеит, пневмония) в фазе ремиссии, ограниченный вялотекущий туберкулез легких, функциональные заболевания нервной системы с умеренно выраженными нарушениями, хронический гломерулонефрит и пиелонефрит, остаточные явления после перенесенных заболеваний и травм центральной и периферической нервной системы, болезни кожи (экзема, нейродермит, псориаз), вяло текущие раны и язвы, гиповитаминоз D_3, хронический отит, ринит, фарингит, ларингит.

Противопоказания. Острые респираторные заболевания, обострения хронических заболеваний периферической нервной системы (невриты, невралгии, радикулиты), суставов, почек, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения III-IV ФК, прогрессирующие формы туберкулеза, ревматизм, системная красная волчанка, бронхиальная астма с частыми приступами, органические заболевания нервной системы, фотодерматит, заболевания эндокринных органов с выраженными нарушениями их функции.

Параметры. Солнечные ванны проводят при различных значениях температуры и влажности воздуха, скорости ветра и плотности суммарного солнечного излучения. Для комплексной оценки тепловых условий солнечных ванн вводят понятие *"радиационно-эквивалентно-эффективная температура"* (РЭЭТ), величину которой находят по номограмме (рис. 127),

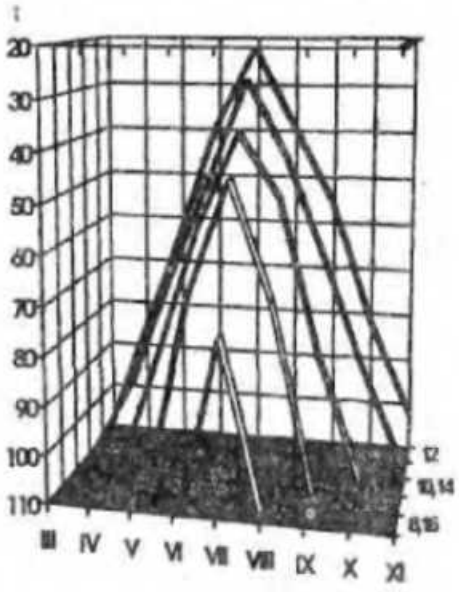
Солнечные ванны проводят при РЭЭТ 17-30° С. Плотность энергии суммарного солнечного излучения при проведении ванн составляет 100-4800 **кДж·м$^{-2}$.** С учетом сезона и погоды солнечные ванны принимают в специально оборудованных соляриях, на открытых площадках, пляжах, под навесами и зонтами. В средней полосе гелиотерапию проводят в закрытых аэросоляриях, климатокабинах и на специально оборудованных топчанах.

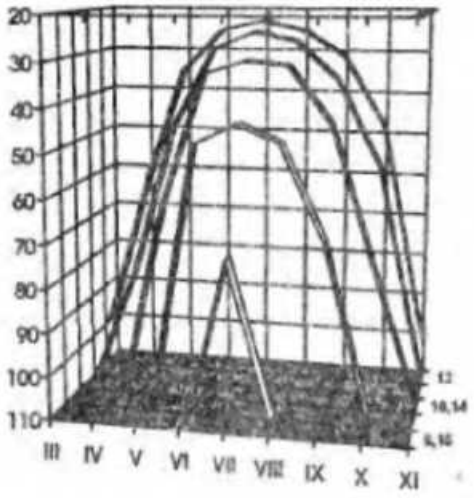
Методика. Для приема солнечных ванн больных располагают лежа на топчанах. Голова пациентов должна находиться в тени, а на глаза необходимо надевать солнцезащитные очки. В лечебной практике применяют *общие* и *местные* солнечные ванны. При общих ваннах облучают все тело человека, а при местных - отдельные участки - воротниковую, поясничную зону, конечности. В зависимости от условий облучения выделяют солнечные ванны суммарной, рассеянной и ослабленной радиации. Ванны рассеянной радиации проводят в облачные дни, а ослабленной - под тентами и экранами (жалюзийными или решетчатыми).

Гелиотерапию сочетают с аэротерапией, талассотерапией, лечебной физической культурой. Солнечные ванны не проводят с фототерапией. При комбинированном воздействии перерыв между солнечными ваннами и совместимыми с ними процедурами должен составлять не менее 2 час.

Продолжительность солнечных ванн зависит от времени года и времени суток и неодинакова для различных географических широт. Курс лечения составляет 12-24 процедуры. Повторный курс гелиотерапии проводят через 2-3 мес.

Дозирование солнечных ванн осуществляют по плотности энергии суммарного излучения. В зависимости от географической широты, времени года и суток ее достигают при различной продолжительности процедур (рис.128). Продолжительность ванн рассеянной радиации примерно в два раза больше, чем прямой. Курсовое использование солнечных ванн осуществляют по трем режимам (табл.22).





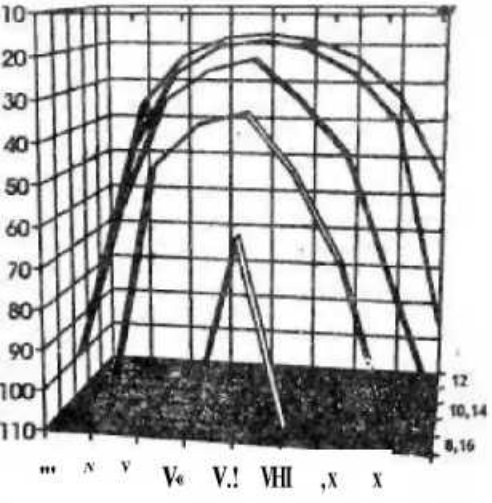


Рис.128. Продолжительность солнечных ванн с плотностью энергии солнечного излучения 20 кДж·м$^{-2}$ для северных широт 60° (зона расположения Санкт-Петербурга), 55° (зона расположения Москвы), и 45° (зона расположения Сочи).
По оси абсцисс - продолжительность воздействия t, мин, ординат - время суток L, час, аппликат - время года N, мес.

Таблица 22

Режимы солнечных ванн

Режим	Плотность энергии, кДж·м$^{-2}$		Порядок увеличения	РЭЭТ °С
	исходная	максимальная		
I - слабый	200	800	На 200 кДж·м$^{-2}$ через каждые 2 суток	17-26
II - умеренный	200	1600	На 200 кДж·м$^{-2}$ через каждые сутки	23-26
III - интенсивный	200-400	2400-4800	На 200 кДж·м$^{-2}$ ежесуточно	29

ТАЛАССОТЕРАПИЯ

Талассотерапия (греч. $\tau\alpha\lambda\alpha\sigma\sigma\alpha$ - море) - лечебное применение морских купаний. В широком понимании она включает в себя лечебное действие природных физических факторов, связанных с пребыванием на побережье морей и других водоемов.

При купаниях на организм одновременно действуют термические, механические и химические факторы морской воды. Вследствие значительной теплопроводности водь; при купаниях возрастает теплоотдача организма. Гидростатическое давление воды стимулирует кожный кровоток. Для поддержания равновесия и преодоления сопротивления движущихся масс воды купающийся выполняет интенсивные движения конечностей, которые повышают мышечный тонус. Растворенные в морской воде химические вещества (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Cl^{-}, Br^{-}, I^{-}, фитонциды морских водорослей) во время купаний оседают на коже и вызывают химическое раздражение ее нервных проводников. Накапливаясь в сальных и потовых железах при испарении воды, они диффундируют в кожу в течение продолжительного времени и потенцируют лечебные эффекты аэро- и гелиотерапии.

Купания изменяют также степень возбуждения центральной нервной системы и вегетативных подкорковых центров. Наряду с тренировкой механизмов терморегуляции, они активируют обмен веществ, модулируют функции сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма. Накапливающиеся при купаниях активные формы тропных гормонов, катехоламинов и кортикостероидов повышают реактивность организма и резервы его адаптации. Красота моря и прибрежный ландшафт оказывают выраженное психо-эмоциональное воздействие на больного, вызывают ощущение радости и оптимизма, веры в скорое выздоровление. По утверждению П.Г.Мезерницкого "окружающий пейзаж с его красотой, шумами, ароматами, воздушными течениями возбуждают сферу чувств, действует на психику и высшие синтетические функции."

При морских купаниях происходят фазные изменения терморегуляции больного. В первую фазу *(нейро-рефлекторную или первичного охлаждения)* у больного из-за внезапного охлаждения тела возникает спазм сосудов кожи и расширение - глубоких сосудов внутренних органов,

активируется терморегуляторный тонус мышц. Рефлекторное возбуждение преимущественно парасимпатической нервной системы приводит к брадикардии и брадипноэ, повышению кровяного давления. Во вторую фазу *(реактивную)* повышается удельных вес метаболической теплопродукции за счет активации различных видов обмена в организме. В результате повышения теплоотдачи путем теплопроводности у больных возникает гиперемия кожи, учащается и углубляется дыхание, в 2-3 раза увеличивается степень утилизации кислорода и повышается интенсивность клеточного дыхания тканей. При длительном пребывании в воде наступает третья фаза *(вторичного охлаждения)* которая характеризуется ознобом, дрожью, симпатическим пиломоторным рефлексом ("гусиной кожей"). Нарастающий парез сосудов кожи приводит к застойной венозной гиперемией (цианозу) и охлаждению тела, которое может привести к переохлаждению больного и обострению болезни. Поэтому при купаниях необходимо предупреждать развитие третьей фазы реакции терморегуляции. Для оценки функционального состояния больного применяют простые методы - измерение частоты пульса, дыхания, артериального давления и температуры.

Лечебные эффекты: *тонизирующий, адаптогенный, метаболический, трофический, актопротекторный, вазоактивный.*

Показания. Заболевания миокарда и клапанного аппарата сердца без нарушения ритма, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения I-II ФК, постинфарктный кардиосклероз (1 год), нейроциркуляторная дистония по гипертоническому и смешанному типам, гипертоническая болезнь I-II стадии, последствия заболеваний и травм опорно-двигательного аппарата (переломы костей, разрывы связок и сухожилий и др.) и периферической нервной системы (остеохондроз, радикулит), начальные проявления атеросклероза мозговых сосудов, хронические заболевания органов дыхания (бронхит, трахеит, пневмония) в фазе ремиссии, хронические заболевания органов пищеварения и обмена веществ вне обострения, хронический диффузный гломерулонефрит вне обострения без почечной недостаточности, функциональные заболевания нервной системы с нерезко выраженными проявлениями.

Противопоказания. Острые заболевания и обострения хронических заболеваний периферической нервной системы (невриты,

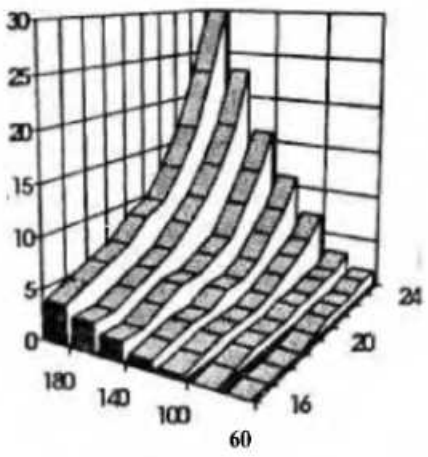


Рис.129. Продолжительность купаний при различной холодовой нагрузке.
По оси абсцисс - продолжительность воздействия T, мин; ординат - температура воды t^{o} C; аппликат - холодовая нагрузка W, кДж·м$^{-2}$.

невралгии, радикулиты), суставов, почек, ревматизм, заболевания сердечно-сосудистой системы с недостаточностью кровообращения II-III стадии, органов дыхания с легочной недостаточностью выше II стадии, нарушения мозгового кровообращения, атеросклероз сосудов нижних конечностей с трофическими расстройствами, органические заболевания нервной системы.

Параметры. Лечебные купания проводят при различной температуре воды и эквивалентно-эффективной температуре воздуха. Процедуры выполняют в прохладной воде морей, рек, озер, лиманов, открытых и закрытых искусственных водоемов {бассейнов и пр.). После купаний больные отдыхают на лежаках лечебных пляжей, в климатопавильонах и аэросоляриях.

В прохладный период года купания проводят в искусственных закрытых и открытых водоемах (бассейнах) с подогревом воды. Температура воды 21-24° С, а влажность не должна превышать 60-70 %.

Методика. Купание включает в себя плавание вольным стилем, брассом или на спине в спокойном медленном темпе (15-30 движений-мин$^{-1}$). Не умеющие плавать больные передвигаются по дну и выполняют плавательные движения руками. Процедуры назначают после адаптации к природным условиям (3-5 дней) и предварительных обливаний, прохладных душей и окунаний в воде. Больной должен в течение 10-15 мин отдохнуть в тени до купания и в течение 30 мин - после него.

Морские купания в сочетании с аэротерапией и солнечными ваннами оказывают выраженное воздействие на организм. Исходя из этого, сочетать их с другими методами физиотерапии нецелесообразно. При показаниях в дни купаний проводят одну из физиотерапевтических процедур (массаж, ингаляции и пр.) и лечебную физическую культуру.

Продолжительность проводимых два-три раза в день купаний - от 30 с до 30 мин. Курс лечения составляет 12-20 процедур. Повторный курс морских купаний проводят через 1-2 мес.

Дозирование купаний осуществляют по *холодовои нагрузке* — разнице между теплоотдачей и теплопродукцией, отнесенной к единице поверхности тела. В зависимости от температуры воды ее достигают при различной продолжительности воздействия (рис. 129). Для курсового проведения купаний используют несколько режимов воздействия (табл. 23). В начале курса лечения назначают купания по режиму слабой холодовои нагрузки (I), при хорошей переносимости процедуры - по режиму средней холодовои нагрузки (II), затем при удовлетворительном состоянии во вторую половину срока лечения - по режиму сильной холодовои нагрузки (III).

Таблица 23

Режимы купаний

Режим	Холодовая нагрузка, кДж·м$^{-2}$		Температура воды, °С, не ниже	Температура воздуха, °С, не ниже
	исходная	максимальная		
I - слабый	60	100	20	22
II - умеренный	100	140	18	19
III - интенсивный	140	180	16	17

Рекомендуемая литература

Березовский В.А., Дейнега В.Г. Физиологические механизмы саногенных эффектов горного климата. Киев.:Наукова думка, 1988.

Бокша В.Г., Богуцкий Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия. Киев.:Здоровь'я, 1980.

Бокша В.Г. Проблема адаптации и курортное лечение. Л.:Медицина, 1983.

Бокша В.Г. Справочник по климатотерапии. Киев.гЗдоровь'я, 1989.

Воронин Н.М. Основы медицинской и биологической климатологии. М.:Медицина, 1981.

Гейхман Л.З. Аэрофитотерапия. Киев.:Здоров'я, 1986.

Курорты. Энциклопедический словарь. М.:Сов. энциклоп., 1983.

Немедикаментозное лечение в клинике внутренних болезней /Под ред. Л.А.Серебриной, Н.Н.Середюка, Л.Е.Михно. - Киев, 1995.

Никберг И.И., Ревуцкий Е.Л., Сакали Л.И. Гелиометеотропные реакции человека. Киев.:Здоровь'я, 1986.

Шарманов Т.Ш., ЖангабылоВ А.К. Лечебные свойства кумыса и шубата. Алма-Ата.:Гылым, 1991.

ГЛАВА 15

БАЛЬНЕОТЕРАПИЯ

Бальнеотерапия (лат. balneum - *ванна)* - лечебное применение минеральных вод. Основу бальнеотерапии составляет *наружное* применение природных и искусственно приготовленных минеральных вод. Вместе с тем бальнеотерапия традиционно включает и *внутреннее* применение минеральных вод (питье, ингаляции, промывания кишечника и пр.).

ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Минеральные воды - природные воды, оказывающие на организм человека лечебное действие, обусловленное основным ионно-солевым и газовым составом, повышенным содержанием биологически активных компонентов и специфическими свойствами (радиоактивность, температура, реакция среды (ГОСТ 13273-88)).

Минеральные воды образуются в результате тесно взаимосвязанных геохимических процессов выщелачивания, растворения солей и ионного обмена в системе "вода-порода". По происхождению и условиям формирования выделяют *седиментогенные* (ювенильные, глубинные) и *инфильтративные* (вадозные, поверхностные) минеральные воды. В формировании первых из них участвуют процессы фильтрации просачивающихся в Землю поверхностных вод осадочными породами, а вторых - осадконакопления и захоронения морских вод в глубоких недрах.

Особенности геологического развития крупных территорий земной коры обусловливают формирование и накопление в их недрах минеральных вод определенных типов. Обширные территории, характеризующиеся однотипностью химического со-

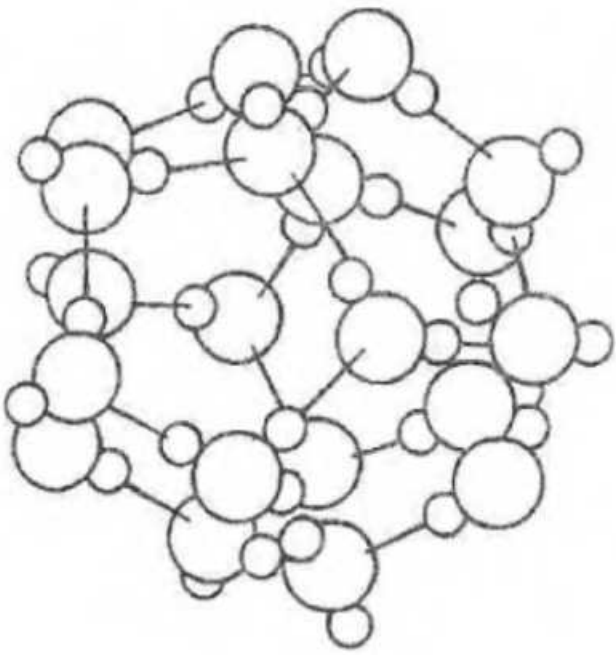


Рис. 130. Структура полиассоциатов минеральной воды.

става и единством процессов образования распространенных в их пределах типов вод называются *провинциями* минеральных вод. На поверхность Земли минеральные воды выходят в виде естественных минеральных источников или выводятся из недр при помощи буровых (каптажиых) скважин, глубина которых достигает 2-3 км и более.

В состав всех минеральных вод входят четыре взаимосвязанных компонента: *неорганические минеральные вещества, газы, органические вещества и микрофлора.*

Указанные компоненты растворены в воде, молекулы которой, по современным представлениям, соединены между собой слабыми водородными связями (с энергией 20 **кДж·моль$^{-1}$**) и образуют различные полиассоциаты. Такие супермолекулы состоят из 57 молекул воды, имеющих тетраэдрическую координацию (рис.130), и составляют 15 % всего объема воды. По 16 таких супермолекул сцеплены в особые "структурные элементы" воды - микрокластеры, состоящие из 912 молекул воды. Доля таких пространственно структурированных элементов в общем объеме воды достигает 80 %, а их линейные размеры достигают 10^{-8} м. Целостность такой структуры обусловлена межкластерными атомоподобными взаимодействиями. Гексагональные кластеры молекул воды почти не взаимодействуют друг с другом и, легко скользя гранями друг относительно друга, обусловливают ее высокую текучесть. Они практически не разру-

шаются даже при кипении воды. При наличии химических веществ (ионов, газов и др.) структурные элементы воды образуют самоорганизующиеся диссоциативные суперструктуры, строение и физико-химические свойства которых обусловлены химической природой примесей. Исходя из этого, говорят об уникальной "информационной" структуре минеральной воды, в которой "записана" информация о растворенных в ней веществах. Об этом интуитивно догадывались и древние мыслители. Две тысячи лет назад Аристотель утверждал, что "воды таковы, как земли, которые они проходят".

В минеральных водах содержатся практически все из содержащихся в недрах Земли химических элементов, которые существуют там в форме гидратированных ионов, либо ассоциированных соединений, причем пределы их концентраций различается между собой на 5-6 порядков. Наиболее распространенными являются три катиона (Na^+, Mg^{2+}, Ca^{2+})i и три аниона - СГ, $S0_4$ ~, $HC0_3$". С увеличением суммарного содержания ионов в воде возрастает количество соединений хелатного типа, образуемых ими с комплексонами, попадающими в грунтовые воды в результате разложения веществ органической природы. Для ионов Na и СГ содержание таких комплексонов увеличивается до 50%, а для ионов Mg^{2+}, Ca^{2+} и SO_4^{2-} - до 95 %.

Содержащиеся в минеральных водах в ничтожных количествах ионы многих микроэлементов (Mn^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, Mo^{2+}, Fe^{2+}, As^{3+}, Co^{2+}, B^-, F^-, Br^-, I^-) являются кофакторами большинства энзимов и способны активно вмешиваться в различные виды обмена в организме. При использовании минеральных вод для наружного применения особенности их микрокомпонентного состава не имеют существенного значения и не учитываются. Однако они играют кардинальную роль при питьевом применении минеральных вод. Кроме микрокомпонентов, минеральные воды содержат значительное количество кремнезема в виде кремниевой кислоты (H_2SiO_3,) или гидросиликат-иона ($HSiO_3^-$). Кремниевая кислота находится в минеральной воде в виде коллоидной недиссоциированной фракции.

Наряду с ионами, минеральные воды содержат .в растворенном состоянии различные газы, состав которых является важнейшим показателем происхождения минеральных вод и влияет на их ионный состав. По справедливому замечанию академика В.И.Вернадского минеральная вода "насыщена газами той земной оболочки, в которой она находится и где она формировалась". Основными компонентами газового состава минеральных вод являются азот (N_2), метан (CH_4), диоксид углерода ($C0_2$) и

сероводород (H_2S). В силу малой растворимости азота и метана они при больших концентрациях спонтанно выделяются из воды. Наряду с указанными газами, в минеральных водах имеется радиоактивный газ радон, выделяющийся из радия в водовмещающих горных породах. Из-за небольшого количества и хорошей растворимости радон содержится в водах только в растворенном состоянии.

Среди органических веществ, находящихся в минеральных водах, преобладают летучие жирные кислоты (уксусная, муравьиная, масляная, пропионовая и др.), эфиры, спирты, амины, углеводы и гуминовые кислоты. Наибольшее количество органических соединений находится в подземных водах газовых и нефтяных месторождений, а также областях высокого торфообразования.

Микрофлора минеральных вод представлена преимущественно аммонифицирующими, метанокисляющими, сульфатвосстанавливающими и водородпродуцирующими бактериями. Потребляя вещества горных пород, они образуют большую часть содержащихся в воде сложных ионов и газов. Количество микроорганизмов в минеральных водах может достигать $10^6 \cdot мл^{-1}$.

Происхождение минеральных вод определяет не только их состав, но и уникальные физико-химические свойства - химические, термофизические, радиационные и механические.

Основными параметрами минеральных вод являются ее *ионный* и *газовый* составы. По химическому составу, физическим свойствам и лечебному значению природные минеральные воды разделяют на 9 основных бальнеотерапевтических **групп:**

I - воды без "специфических" компонентов и свойств (действие которых определяется ионным составом и минерализацией);

II - воды углекислые;

III - воды сероводородные;

IV - воды железистые, и "полиметальные" (с повышенным содержанием марганца, меди, свинца, цинка, алюминия и др.);

V - воды бромные, йодные и йодобромные;

VI - воды кремнистые гипертермальные (термы);

VII - воды мышьяковистые;

VIII - воды радоновые (радиоактивные);

IX - воды борсодержащие.

Внутри перечисленных групп выделяют различные гидрохимические типы минеральных вод.

Наряду с качественным составом минеральных вод, не меньшее значение имеют интегральные количественные показатели, среди которых наиболее информативными являются *минерализация и газосодержание.*

Минерализация М - количество всех растворенных в единице объема воды веществ (ионов и недиссоциированных молекул), исключая газы. Минерализация выражается в $г \cdot дм^{-3}$.

Газосодержание - количество всех газов, растворенных в минеральной воде. Единицей измерения газосодержания является мг'дм". Для оценки содержания органических веществ в минеральных водах применяют суммарное содержание органического углерода ($C_{орг\ общ}$), которое обычно не превышает 10-20 $мг \cdot дм^{-3}$. Кроме того, минеральные воды разделяют по кислотности (щелочности), имеющей важное значение при внутреннем приеме воды. Она выражается величиной pH, представляющего логарифм молярной концентрации в воде ионов водорода (взятый с обратным знаком): $pH = -lg[H^+]$. С кислотностью тесно связан окислительно-восстановительный потенциал (E_h) минеральных вод (мера их окислительной активности). Величина E_h изменяется в различных водах от минус 600 до 860 мВ и уменьшается с ростом значения pH.

Основным параметром термофизических свойств минеральной воды является *температура.* Она обусловливает растворимость и содержание в воде газов и модулирует лечебное действие растворенных в воде химических веществ. Температура минеральных вод колеблется от 0° С и ниже до 200-300° С и зависит от теплового режима их недр и глубины циркуляции.

Радиационное действие минеральных вод определяется преимущественно а-излучением содержащегося в них радона. Количественно оно характеризуется радиоактивностью радона, измеряемой в $Бк \cdot дм^{-3}$.

Механические свойства минеральных вод незначительно отличаются от пресной (см. *Гидротерапия).*

Необходимо отметить, что не все из содержащихся в земных недрах многочисленных минеральных вод могут быть использованы в лечебных целях. К лечебным минеральным водам могут быть отнесены только те, состав и свойства которых соответствуют принятым нормам для отнесения воды к лечебной минеральной. Эти нормы разработаны на основе многолетнего опыта клинического использования минеральных вод.

В соответствии с различными параметрами физико-химических свойств минеральных вод они имеют различное наименование и подразделение. Основные критерии оценки лечебных минеральных вод и их классификационное наименование представлены в табл. 24.

Таблица 24

Основные критерии оценки лечебных минеральных вод

Основные показатели	Норма для отнесения вод к минеральным	Значения показателя	Наименование вод
Общая минерализация, М, г·дм$^{-3}$	1	<1	Слабоминерализованные
		1-5	Маломинерализованные
		5-10	Среднеминерализованные
		10-35	Высокоминерализованные
		35-150	Рассолы
		>150	Крепкие рассолы
Газосодержание Г, мл·дм$^{-3}$	50	<50	Очень низко газонасыщенные
		50-100	Низкогазонасыщенные
		100-1000	Среднегазонасыщенные
		1000-5000	Высокогазонасыщенные
		>5000	Очень высокогазонасыщенные
Содержание CO_2, г·дм$^{-3}$	0,5	0,5-1,4	Слабоуглекислые
		1,4-2,5	Углекислые
		>2,5	Сильноуглекислые
Содержание H_2S, г·дм$^{-3}$,	0,01	0,01-0,05	Слабосероводородные
		0,05-0,1	Среднесероводородные
		0,1-0,25	Крепкие сероводородные
		0,25-0,5	Очень крепкие сероводородные
		>0,5	Ультракрепкие сероводородные
Содержание As^{3+}, мг·дм$^{-3}$	0,7	0,7-5	Мышьяковистые
		5-10	Крепкие мышьяковистые
		>10	Очень крепкие мышьяковистые
Содержание Fe^{2+} мг·дм$^{-3}$	10	10-40	Железистые
		40-100	Крепкие железистые
		>100	Очень крепкие железистые
Содержание Br^-, г·дм$^{-3}$	0,025	0,025-0,1	Бромные
		0,1-1	Высокобромные
		>1	Очень высокобромные
Содержание I^-, мг·дм$^{-3}$	5	5-20	Йодные
		>20	Высокойодные

Продолжение табл. 24.

Содержание кремниевой кислоты, г·дм$^{-3}$	0,05	0,05-0,1	Кремнистые
		0,1-0,15	Высококремнистые
		>0,15	Очень высококремнистые
Содержание органических веществ, С, мг·дм$^{-3}$	8	10-20	Воды обогащенные органическим веществом
		20-30	Воды высокообогащенные органическим веществом
Объемная активность Rn, кБк·дм$^{-3}$	0,185	0,185-0,74	Очень слаборадоновые
		0,74-1,48	Слаборадоновые
		1,48-7,4	Среднерадоновые
		>7,4	Высокорадоновые
Реакция воды, pH	-	<3,5	Сильнокислые
		3,5-5,5	Кислые
		5,5-6,8	Слабокислые
		6,8-7,2	Нейтральные
		7,2-8,5	Слабощелочные
		>8,5	Щелочные
Температура, T° C	-	0-4	Очень холодные
		4-20	Холодные
		20-34	Прохладные
		34-37	Индифферентные
		37-39	Теплые
		39-42	Горячие
		42-100	Очень горячие
		>100	Перегретые

Имеющиеся к настоящему времени данные о физико-химических свойствах минеральных вод указывают, что искусственные минеральные воды не могут быть достаточно полноценным аналогом природных минеральных вод, особенно по газовому составу, содержанию микроэлементов и свойствам коллоидов. Поэтому искусственные минеральные воды используют только для наружного применения, а для внутреннего (питьевого лечения) они не рекомендуются.

По лечебному использованию природные воды подразделяют на минеральные воды наружного *(минеральные воины)* и внутреннего применения *(питьевые).*

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВАННЫ

Минеральные ванны - лечебное воздействие на больного, погруженного в минеральную воду.

В механизме действия на больного минеральных ванн, наряду с термическим и механическим факторами оказывает влияние также химические факторы (различные ионы, микроэлементы и другие химические вещества).

Хлоридные натриевые ванны

Хлоридные натриевые ванны - лечебное воздействие на больного, погруженного в хлоридную натриевую минеральную воду. Это наиболее распространенный тип минеральных вод, источником которых являются моря, лиманы, соленые озера и подземные источники.

Тепловое действие хлоридной натриевой воды более выражено, чем пресной. Тепловой поток в организм из такой ванны в 1,5 раза выше, чем из пресной ванны аналогичной температуры. Поглощаемое тепло приводит к расширению поверхностных сосудов кожи и увеличивает ее кровоток в 1,2 раза больше, чем пресная вода. Существенную роль в формировании гиперемии играют выделяющиеся при действии хлоридной натриевой воды биологически активные вещества (простогландины, брадикинин и др.) и местные нейро-рефлекторные реакции. В таких ваннах существенно снижена теплоотдача путем испарения.

Создаваемое хлоридной натриевой водой высокое осмотическое давление вызывает дегидратацию кожи, что существенно изменяет физико-химические свойства клеточных элементов кожи м заложенных в ней рецепторов. Изменение ионного микроокружения приводит к снижению возбудимости и проводимости нервных проводников кожи и уменьшению тактильной и болевой чувствительности. Оно продолжается и после приема ванны, так как хлорид натрия, кристаллизуясь, оставляет на коже тончайшую солевую оболочку ("солевой плащ").

Из-за деформации термочувствительных структур кожи в хлоридной натриевой воде происходит усиление действия термического фактора. Дегидратация эндотелия капилляров и венул способствует лучшему оттоку крови и выходу жидкости из интерстиция в капиллярное русло, активации факторов противосвертывающей системы крови и уменьшению адгезивно-агрегационной активности тромбоцитов. Снижение количества антител в крови приводит к активации процессов гуморального иммунитета. Указанные процессы, наряду со стимуляцией хлоридной натриевой водой репаративной регенерации, способ-

ствуют быстрому рассасыванию воспалительного очага и дифференцировке грануляционной ткани.

Восходящие потоки импульсной активности возбуждают нейроны передней части гипоталамуса и активируют кору головного мозга. Нисходящие эффекторные влияния на внутренние органы приводят к усилению процессов окислительного фосфорилирования и нарастанию количества макроэргов во внутренних органах (сердце, печень, скелетные мышцы). Несмотря на снижение общего периферического сопротивления сосудистого русла, фазовая структура сердечного цикла и свойства миокарда существенно не изменяются. Кроме того, хлоридная натриевая вода нормализует активность симпато-адреналовой системы и коркового вещества надпочечников, усиливает синтез катехоламинов в надпочечниках и уменьшает реабсорбцию ионов натрия из первичной мочи, что способствуют нарастанию диуреза.

Лечебные эффекты: *анальгетический, сосудорасширяющий, метаболический, иммуностимулирующий, противовоспалительный, секреторный и коагулокоррегирующий.*

Показания. Заболевания сердечно-сосудистой системы (нейро-циркуляторная дистония по кардиальному и гипертоническому типам, гипертоническая болезнь I-II стадии, ревматические пороки сердца, начальные явления атеросклероза, хроническая венозная недостаточность, посттромботическая и варикозная болезни, болезнь Рейно), заболевания опорно-двигательного аппарата (ревматический и инфекционно-аллергический полиартриты, повреждения связок, сухожилий, костей, деформирующий остеоартроз), заболевания и последствия повреждений периферической нервной системы (плексит, радикулит), хронические воспалительные заболевания женских половых органов, заболевания кожи (псориаз, нейродермит, склеродермия), хронический пиелонефрит вне обострения, хронический панкреатит, гипотиреоз, ожирение I-II стадии, подагра, вибрационная болезнь.

Противопоказания. Вегетативные полинейропатии, тромбофлебит в начальной стадии, хроническая почечная недостаточность II-III стадии.

Природные источники хлоридных натриевых минеральных вод многочисленны и разнообразны. Среди курортов с такими водами: Старая Русса, Усолье, (Россия), Одесса, Миргород, Моршин, Славянск (Украина), Друскининкай (Литва), Сальсомаджоре-Терме, Искья (Италия), Висбаден (Германия), Гленвуд-

Спрингс (США), Атами (Япония) и др. Минерализация природных хлоридных натриевых вод составляет от 2 до 35 $г \cdot л^{-1}$ и выше. Их применяют также в многочисленных водолечебницах, открытых в районах буровых скважин. В лечебных целях используют концентрированную морскую воду лиманов или соленых озер (рапные ванны). Кроме того, хлоридную натриевую воду легко приготовить искусственно.

Параметры. Для лечебного воздействия используют хлоридную натриевую минеральную воду различного химического состава с преобладанием в ней ионов натрия и хлора. Содержание хлорида натрия в ней не должно превышать 80 $г \cdot л^{-1}$. Его концентрация в искусственных хлоридных натриевых ваннах составляет 10-40 $г \cdot л^{-1}$. Температура воды хлоридных натриевых ванн - 35-38° С.

Для приготовления ванн применяют холщовый мешочек, в который насыпают 3-5 кг поваренной соли. Мешочек подвешивают на кран и пропускают через него горячую воду до полного растворения соли.

Методика. Перед проведением ванны в емкость с горячим раствором хлорида натрия наливают холодную пресную воду до получения заданной температуры. Затем больной погружается в ванну до уровня сосков. После ванны больной промакивает тело полотенцем (без растирания), укутывает тело простыней и отдыхает 15-20 мин. Наряду с ваннами хлоридные натриевые воды используют для влагалищных орошений, промываний, полосканий.

Хлоридные натриевые ванны сочетают с газовыми (кислородными, азотными), минеральными (йодобромными), минерально-газовыми (углекислыми, сероводородными) и радоновыми ваннами.

Дозирование ванны осуществляют по концентрации растворенного хлорида натрия, а также температуре воды, ее объему и продолжительности процедуры.

Продолжительность проводимых с перерывом через день или на 3-день ванн составляет 10-20 мин. На курс лечения назначают 12-15 ванн. Повторные курсы хлоридных натриевых ванн проводят через 2-3 мес.

Йодобромные ванны

Йодобромные ванны - лечебное воздействие на больного, погруженного в йодобромную минеральную воду.

За время процедуры в организм через кожу проникает 140-190 мкг йода и 0,28-0,3 мг брома, которые, попадая в кровоток, избирательно накапливаются в щитовидной железе **(I^-),** гипофизе и гипоталамусе **(Br^-).** При этом изменяется микроокружение нервных проводников кожи и возбуждаются хеморецепторы сосудов, что приводит к формированию системных реакций кровообращения и дыхания. В результате у больного снижается мышечный тонус, артериальное давление, уменьшается частота сердечных сокращений, наряду с увеличением ударного объема и объема циркулирующей крови. Избирательно увеличивается кровоток в почках, печени и селезенке.

Ионы йода, поступая при помощи активного транспорта в фолликулы щитовидной железы, образуют органические вещества (аддукты) и физиологически активные тиреоидные гормоны - тироксин и трийодтиронин, восстанавливают основной обмен в организме. Они стимулируют синтез белка и окисление углеводов и липидов, что приводит к нарастанию в крови липопротеидов высокой плотности, препятствующим осаждению липидов в сосудистой стенке. Кроме того, ионы йода повышают угнетенную при атеросклерозе фибринолитическую активность крови, понижают ее коагуляционные свойства, сохраняют исходный градиент электролитов между цитозолем и интерстицием. Они также стимулируют образование антител и уменьшают степень аллергизации организма, что проявляется эозинопенией.

Накапливаясь в очаге воспаления, ионы йода угнетают альтерацию и экссудацию, стимулируют процессы репаративной регенерации (структурируют коллагеновые и эластиновые волокна грануляций), ускоряют дифференцировку эпидермиса. Вследствие высокой летучести, ионы йода с поверхности ванны легко проникают через верхние дыхательные пути и попадают в альвеоло-капиллярное русло. В дальнейшем, легко проникая через гематоэнцефалический барьер, ионы йода тормозят процессы возбуждения в коре головного мозга и ослабляют патологические временные связи у больных с психозами и неврастенией.

Ионы брома, проникая в головной мозг, изменяют соотношение тормозно-возбудительных процессов в коре головного моз-

га в сторону усиления торможения и ускоряют синтез релизинг-факторов гипоталамуса и тропных гормонов гипофиза. Избирательно блокируя ионную проницаемость потенциалзависимых ионных каналов периферических нервных проводников кожи, они вызывают снижение болевой и тактильной чувствительности у больных. Вследствие кристаллизации солей на поверхности кожи оно сохраняется и после приема ванны

Лечебные эффекты: *противовоспалительный (репаративно-регенеративный), транквилизирующий, седативный, метаболический, секреторный.*

Показания. Заболевания сердечно-сосудистой системы (миокардиодистрофия, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения I и II ФК, гипертоническая болезнь I-II стадии, атеросклеротический и постинфарктный кардиосклероз (не ранее 10 нед после инфаркта миокарда), заболевания центральной (шизофрения, психозы, неврастения) и периферической (пояснично-крестцовый радикулит, неврит, миалгия) нервной системы, заболевания кожи (экзема, нейродермит, чешуйчатый лишай), церебральный атеросклероз, воспалительные заболевания и последствия повреждений опорно-двигательного аппарата (ревматический и инфекционно-аллергический полиартриты, повреждения связок, сухожилий, костей, деформирующий остеоартроз), болезнь Рейно, эндокринные формы женского бесплодия, экзогенно-конституциональное ожирение.

Противопоказания. Тиреотоксикоз I-II степени, гипофизарная форма ожирения, подагра.

Природные источники. В природе "чистых" йодобромных вод нет. Ионы йода и брома чаще всего встречаются в хлоридных натриевых минеральных водах. Йодобромные воды широко распространены на Урале, в Сибири и нефтегазоносных районах. Среди курортов с такими водами: Сочи, Краснодар, Хадыженск, Майкоп, Горячий Ключ, Усть-Качка, Чертак, (Россия), Сальсонмаджоре-Терме (Италия), Хот-Спрингс (США), Бад-Халль (Австрия), Бад-Тельц (Германия) и другие. Йодобромную воду легко приготовить искусственно.

Параметры. Для лечебного воздействия используют йодобромную минеральную воду, содержание ионов йода в которой не менее 10 мг·дм$^{-3}$, а ионов брома - 25 мг·дм$^{-3}$. Температура воды йодобромных минеральных ванн - 35-37° С. Для приготовления ванн применяют раствор, в 1 л которого содержится 100 г йодида натрия и 250 г бромида калия (натрия). Свежеприготовленный раствор (100 мл) выливают из темного сосуда в ванну с

пресной водой в которой предварительно растворяют 2 кг хлорида натрия и тщательно размешивают. Максимальный срок хранения раствора составляет 7 суток.

Методика. Перед проведением процедуры в ванну с горячей водой наливают концентрированный маточный раствор. Затем добавляют холодную пресную воду до получения заданной температуры и объема ванны. После этого больной осторожно погружается в ванну до уровня сосков. После ванны больной промакивает тело полотенцем (без растирания), укутывает тело простыней и отдыхает 20-30 мин. Йодобромные ванны сочетают с газовыми (кислородными), минеральными (хлоридными натриевыми) и минерально-газовыми (углекислыми) ваннами. Кроме того их используют для влагалищных и кишечных орошений, промываний, полосканий.

Дозирование ванн осуществляют по концентрации ионов йода и брома, а также температуре воды, ее объему и продолжительности процедуры.

Продолжительность проводимых с перерывом через день или на 3-й день ванн составляет 10-15 мин. На курс лечения назначают 10-15 ванн. Повторные курсы йодобромных ванн проводят через 2-3 мес.

МИНЕРАЛЬНО-ГАЗОВЫЕ ВАННЫ

Минерально-газовые ванны - лечебные воздействия на больного, погруженного в минеральную воду с растворенными в ней газами. Они являются ведущим действующим фактором при проведении процедур.

Углекислые ванны

Углекислые ванны - лечебные воздействия на больного, погруженного в углекислую минеральную воду.

В углекислой минеральной воде каждый из действующих на организм факторов - *механический, термический и химический* - имеет свои специфические особенности.

На кожу погруженного в такую воду больного действует двухфазная среда *вода-газ*. Отрывающиеся от поверхности кожи пузырьки газа раздражают низкопороговые механорецепторы кожи, в результате чего формируется поток афферентной

импульсации в вышележащие структуры головного мозга, определяющий формирование ощущений "тактильного массажа". В силу значительной разности индифферентных температур воды (35-36° С) и диоксида углерода (12-13° С) происходит нагревание газа в пузырьках. Они образуют на теле больного термозащитный газовый слой, который затрудняет непосредственный теплообмен между минеральной водой и организмом путем теплопроводности. Тепловой поток в организм из углекислой воды в 1,4 раз превышает поток из пресной. Происходящее усиление действия термического фактора проявляется в появлении у больного ощущения "жара". Изменение функциональных свойств термочувствительных структур кожи приводит к извращению всех видов кожной чувствительности. У больного возникает иллюзия тепла в углекислой воде температуры 32° С и выше и иллюзия холода при температуре воды 25-30° С.

Значительный поток тепла в организм вызывает расширение сосудов кожи, усиление кровотока в микроциркуляторном русле и гиперемию кожи. Реакции сосудов носят фазный характер - кратковременный спазм сосудов сменяется их продолжительным расширением, раскрытием нефункционирующих капилляров и улучшением микроциркуляции. При этом повышение температуры "оболочки" тела приводит к снижению общего периферического сопротивления, усилению почечного кровотока и клубочковой фильтрации.

В силу выраженной липоидотропности диоксид углерода легко проникает в организм через дериваты кожи. Скорость его поступления в организм составляет 20-300 **мл·мин$^{-1}$.** Четвертая часть проникшего в организм диоксида углерода депонируется в коже, а остальной попадает в сосудистое русло, изменяя емкость лабильного» бикарбонатного буфера. Быстрая гидратация CO_2 в каротидных хеморецепторах и повышение его напряжения в центральных хемосенсорных структурах рострального отдела среднего мозга сопровождается накоплением в них угольной кислоты, диссоциация которой ведет к образованию избытка протонов. Следующее за этим уменьшение pH внутри хемосенсорных клеток приводит к временной перестройке работы $Ca^{2+}/2H^{+}$-антипорта митохондрий, сдвигу протонного потенциала на их мембранах и усилению клеточного дыхания. Афферентные импульсы от хеморецепторов, направляясь в центры продолговатого мозга, вызывают активацию процессов возбуждения в коре головного мозга и выраженные висцеральные реакции. Под влиянием диоксида углерода снижаются гиперсимпа-

тикотонические и повышаются парасимпатические влияния на сердце.

За счет уменьшения афинности а-радрено- и М-холинорецепторов коронарных сосудов к вазоактивным медиаторам (адреналину и ацетилхолину), диоксид углерода вызывает выраженную коронародилятацию, стимулирует развитие коллатералей коронарного русла, мобилизует коронарный резерв сердца. Увеличивая чувствительность миокарда к аденозину, он активирует энергетический обмен при одновременном снижении на 18-22% потребления кислорода сердечной мышцей. В результате улучшается ауторегуляция коронарного кровотока и уменьшается ишемия миокарда, составляющая основу патогенеза ишемической болезни сердца.

Усиление контрактильной функции левого желудочка приводит к увеличению ударного и минутного объема сердца на 40-50% и повышению объема циркулирующей крови на 30%. Из-за увеличения венозного притока крови к сердцу (преднагрузки) происходит укорочение систолы и удлинение диастолы. Такой феномен находится в соответствии с законом Франка-Старлинга, согласно которому сила мышечного сокращения миокарда прямо пропорциональна степени его исходного растяжения. Положительный инотропный эффект создает благоприятные условия деятельности сердца, о чем свидетельствует прямая связь толерантности к физической нагрузке у больных со снижением диастолического давления и частоты сердечных сокращений. Такой тренирующий эффект углекислых ванн может быть реализован и нейрогуморальным путем как за счет высвобождения предсердного натрий-уретического фактора, так и за счет усиления утилизации липидов в организме. Высокая вероятность последнего подтверждается уменьшением содержания общего холестерина и триглицеридов в крови.

Попадая в организм, диоксид углерода снижает афинность адренорецепторов сосудов к катехоламинам, понижает pH крови и через центральные механизмы регуляции дыхания изменяет структуру дыхательного паттерна (углубляет и урежает его), в результате чего минутный объем дыхания увеличивается на 1-1,5 $л \cdot мин^{-1}$. Компенсаторное усиление диффузии кислорода в легких приводит к повышению содержания кислорода в крови, увеличению экстракции его тканями и повышению сократимости скелетных мышц. Стимуляция дифференцировки клеток костного мозга приводит к активации гемопоэза и клеточного иммуногенеза, активации факторов противосвертывающей системы кро-

ви, активации процессов реларативной регенерации в очаге воспаления. Наряду с усилением липолиза, углекислые ванны вызывают усиление протеолиза, гликолиза и водно-солевого обмена, задерживая ионы K^+ и Cl^- в организме. Вызванное диоксидом углерода торможение секреции надпочечниками альдостерона приводит к снижению повышенной канальцевой реабсорбции почками ионов Na^+, играющей существенное значение в патогенезе артериальных гипертензий. Этому же способствует вызванное CO_2 ингибирование ангиотензинпревращающего энзима и компенсаторная активация синтеза депрессорных субстанций в тканях (простогландинов **E и** I_2, брадикинина и допамина). В результате восстанавливается системная гемодинамика и содержание воды в интерстиции. Вместе с тем, диоксид углерода стимулирует андрогенную функцию.надпочечников, снижает повышенную активность симпатоадреналовой системы и повышает биологическую активность кортикостероидов и резистентность больных. Следует особо отметить, что действие CO_2 на различные звенья патогенеза заболеваний сердечно-сосудистой системы и обмена веществ существенно повышает эффективность лечебного воздействия углекислых ванн.

Лечебные эффекты: *гипотензивный, кардиотонический, противовоспалительный, метаболический, тренирующий.*

Показания. Заболевания сердечно-сосудистой системы (ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения I-II ФК, гипертоническая болезнь I-II стадии, постинфарктный (3-6 мес), миокардитический и атеросклеротический кардиосклероз, начальные явления атеросклероза), заболевания органов дыхания (эмфизема легких, пневмосклероз, бронхиальная астма в стадии ремиссии), функциональные расстройства центральной нэрвной системы (неврастения, сексуальный невроз, вегетативный невроз, гюстинсультный гемипарез), хронические воспалительные заболевания женских половых органов (аднексит, сальпингоофорит), функциональная недостаточность яичников, климакс, нарушения обмена веществ (ожирение I-II стадии, подагра в стадии ремиссии), легкая форма сахарного диабета, нефросклероз.

Противопоказаний. Ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения IV ФК, с нестабильной стенокардией или нарушениями сердечного ритма и проводимости (мерцательная аритмий, атрио-вентрикулярная блокада III степени, экстрасистолия высоких градаций), митральные пороки сердца, сердечная

недостаточность II-III стадии, гиоертиреоз, плохая переносимость лечебной среды (потливость, головокружение и пр.) при приеме ванн, хроническая почечная недостаточность II-III стадии.

Природные источники углекислых минеральных вод многочисленны и разнообразны. Такие воды широко применяют на курортах Кавказских Минеральных Вод, Дарасун (Россия), Боржоми (Грузия), Бад-Эльстер и Бад-Эмс (Германия), Карловы Вары (Чехия), Саратога-Спрингс (США), Виши (Франция) и другие. Помимо природных, широко используют искусственные углекислые ванны.

Параметры. Для лечебного воздействия используют углекислую минеральную воду различного химического состава. Содержание диоксида углерода в ней должно быть не менее 0,75 $г \cdot л^{-1}$. Концентрация CO_2 в искусственных углекислых ваннах не превышает 1,2-1,4 $г \cdot л^{-1}$, при его растворимости 1,1 $г \cdot л^{-1}$. Температуру воды постепенно снижают в процессе курса лечения с 35° С до 32° С.

Для приготовления искусственнь(х углекислых ванн применяют аппарат для насыщения воды газом АН-9. Диоксид углерода из баллона с редуктором проходит через аппарат в который одновременно подают холодную водопроводную воду. При помощи шланга насыщенная CO_2 вода поступает в ванну через наконечник с большим количеством отверстий, расположенный на ее дне. За рубежом используют аппараты для приготовления ванн ЕНТ и другие. Наряду с физическим способом. искусственные углекислые ванны можно приготовить химическим методом вытеснения углекислоты из карбоната или гидрокарбоната натрия (Na_2CO_3, $NaHCO_3$) соляной или серной кислотами или кислыми солями.

Методика. Перед проведением процедуры в ванну, предварительно заполненную на треть горячей водой (70-80 л) подают насыщенную диоксидом углерода воду из аппарата АН-9, затем добавляют холодную воду и доводят до необходимой температуры и объема. После этого больной погружается в ванну до уровня сосков. Углекислые минеральные воды применяют также для кишечных промываний, орошений, полосканий и ингаляций. Наряду с ними применяют "сухо-воздушные" углекислые ванны (рис. 131), при проведении которых на тело больного действуют смесью атмосферного воздуха и увлажненного диоксида углерода со скоростью его подачи 15-20 $л \cdot мин^{-1}$ и температурой 38-40° С.

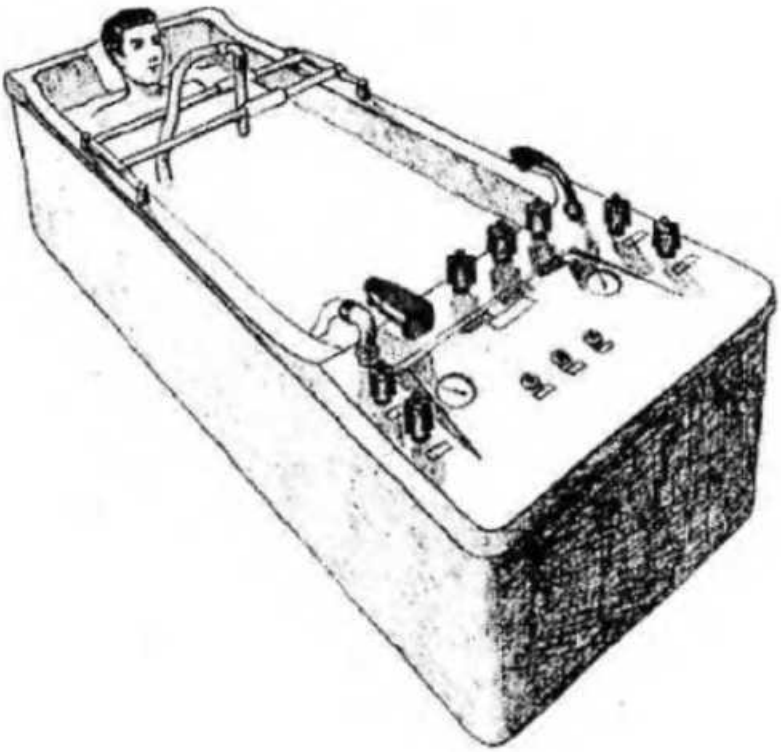


Рис. 131. Искусственная углекислая ванна.

Углекислые ванны сочетают с минеральными ваннами *(углекисло-хлоридно-натриевые ванны),* сероводородными ваннами и грязями *(углекисло-сероводородно-грязевые ванны),* а также радоновыми ваннами *(углекисло-радоновые ванны).*

Дозирование ванн осуществляют по концентрации диоксида углерода, температуре воды, ее объему и длительности процедуры.

Продолжительность проводимых через день ванн увеличивают с 5-7 мин до 12-15 мин в конце курса лечения. На курс лечения назначают 12-15 ванн. Повторные курсы углекислых ванн проводят через 3-4 мес.

Сероводородные ванны

Сероводородные ванны - лечебные воздействия на больного, погруженного в сероводородную минеральную воду.

Присутствующий в воде свободный сероводород диссоциирует на ионы водорода, гидросульфид-ионы и серу по уравнению:

$$H_2S = H^+ + HS^- = 2H^+ + S^{2-} \qquad [15.1]$$

В минеральной воде соотношение сероводорода, гидросульфид- и сульфид-ионов определяется pH среды. В слабокислых водах преобладает H_2S, в щелочных - HS^- и только в сильнощелочных появляется ион S^{2-}. Из воды в организм проникают преимущественно молекулы сероводорода (до 70 мг за процедуру), который в течение последующих 3-5 минут диссоциирует с образованием сульфидов, а также окисляется до сульфатов. Резорбированные кожей молекулы попадают в кровоток и, пройдя гематоэнцефалический барьер, - в ликвор. В результате окисления и диссоциации они образуют в тканях свободную серу и сульфиды, которые, блокируя железосодержащие ферменты (цитохромоксидаза, липаза и др.), способны тормозить движение электронов по дыхательной цепи и скорость окислительных процессов в тканях.

Сероводород как сильный восстановитель вызывает превращение дисульфидных групп белков и энзимов в сульфгидрильные и выполяет роль природного антиоксиданта. В результате снижается активность пентозного цикла и синтез липопротеидов низкой плотности, обладающих выраженным атерогенным действием. Конкурентное лиганд-рецепторное взаимодействие сульфгидрильных групп активирует переаминазы, вызывает высвобождение инсулина из белкового комплекса и стимулирует гликолиз.

Образующийся сульфид-ион включается в синтез аминокислот метионина и цистеина, индуцирует дифференцировку клеток базального и шиповатого слоев эпидермиса, ускоряет рост волос, активирует секрецию сальных и потовых желез кожи. Включаясь в метаболизм мукополисахаридов, он утилизирует хондриотинсерную кислоту и ускоряет синтез коллагена фибробластами. Сероводород за счет активации полиморфноклеточных мононуклеаров стимулирует репаративную регенерацию и упорядочивает структуру коллагеновых волокон в рубцах, что приводит к уменьшению его растяжимости и эластичности по сравнению с нормальной окружающей тканью. Кроме того, сульфид-ион индуцирует митозы в гепатоцитах и активирует микросомальную фракцию цитохрома P_{450}, что приводит к увеличению синтеза белков плазмы крови и а-гликопротеидов, а также усиливает инактивацию токсинов в печени.

Уменьшая аффинность рецепторов эндотелия к лигандам, сероводород вызывает накопление биологически активных веществ (цитокины, простагландины, брадикинин) и медиаторов (гистамин и ацетилхолин) в поверхностных тканях. В результате происходят двухфазные изменения кровотока кожи - начальный кратковременный спазм сосудов сменяется их продолжительным

расширением. Увеличение кровотока в артериолах, капиллярах и венулах приводит к гиперемии кожи, которая сохраняется до 20 мин и после окончания, процедуры. Импульсная активность нервных проводников кожи вначале приема ванны усиливается, а затем существенно снижается, что приводит к уменьшению болевой и тактильной чувствительности кожи.

Возбуждение сероводородом каротидныгх хеморецепторов и центральных хемосенсорных структур головного мозга приводит к рефлекторному спазму сосудов внутренних органов, увеличению общего периферического сопротивления, нарастанию ударного и минутного объема сердца, повышению артериального давления. Прессорное действие сероводорода и сульфидов сочетаются с уменьшением частоты сердечных сокращений, урежением и углублением внешнего дыхания. Рефлексы с каротидных хеморецепторов приводят к сокращению селезенки и выбросу в общую систему кровообращения эритроцитов, активируют секрецию кортикостероидов мозговым веществом надпочечников. Это приводит к гипергликемии и повышению содержания иммуноглобулинов Е и G, а также усилению клубочковой фильтрации и диуреза. Снижая агрегационную способность тромбоцитов, сероводород улучшает реологические свойства крови. Кроме того, он восстанавливает нормальное соотношение тормозно-возбудительных процессов в коре головного мозга. При применении сероводорода необходимо помнить, что он оказывает стимулирующее действие на метаболизм в небольших количествах. При повышении в воде ванны концентрации сероводорода выше 300 мгл"[1] он оказывает сильное цитотоксическое действие.

Лечебные эффекты: *противовоспалительный (репаративно-регенеративный), метаболический (гликолитическхий и липолитический), эпителизирующий, иммуномодулирующий, дезинтоксикационный, секреторный, седативный.*

Показания. Заболевания сердечно-сосудистой системы (ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения I-II ФК, миокардиодистрофия, постинфарктный (4-6 мес), миокардитический и атеросклеротический кардиосклероз, начальные явления атеросклероза), заболевания периферической (невралгии, токсический полиневрит, пояснично-крестцовый радикулит, миелит) и центральной (энцефалит, неврастения, травматическая цереброастения) нервной системы, заболевания опорно-дзигательного аппарата (ревматический и инфекционно-аллергический полиартрит, спондилез, остеохрндропатия, остео-

артроз), болезни кожи, заболевания сосудов (облитерирующий эндартериит, болезнь Рейно, варикозная болезнь), трубное бесплодие, вибрационная болезнь, хронические отравления солями тяжелых металлов (свинца и ртути).

Противопоказания. Острые и хронические заболевания печени, желчевыводящих путей и почек, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения III ФК, сердечная недостаточность II стадии, токсико-аллергические реакции на сероводород, вегетососудистые дисфункции, выраженный атеросклероз сосудов головного мозга.

Природные источники сероводородных минеральных вод многочисленны и разнообразны. Такие воды широко используют на курортах Сочи (Мацеста), Сергиевские Минеральные Воды, Пятигорск, Серноводск, Усть-Качка (Россия), Немиров (Украина), Пьештяни (Чехия), Баден (Австрия), Дакс, Экс-ле-Бен (Франция), Сирмионе (Италия), Палм-Спрингс (США) и других. Помимо природной, широко используют искусственно приготовленные сероводородные ванны.

Параметры. Для лечебного воздействия используют сероводородную минеральную воду, содержащую свыше 10 $мг \cdot дм^{-3}$ общего сероводорода, растворимость которого в воде составляет- 2,5 $г \cdot дм^{-3}$. Ионный состав сероводородных вод определяется гидрогеологическими особенностями месторождения. Помимо сероводорода, они содержат разное количество гидросульфид-ионов (HS^-), гидрокарбонатов, сульфатов и хлоридов. Большинство природных сероводородных минеральных вод имеют среднюю и высокую минерализацию (10-40 мг'дм"). Температура сероводородных ванн - 35-37° С.

Для приготовления сероводородных ванн смешивают соляную кислоту с сульфидом натрия, а также добавляют гидрокарбонат и поваренную соль. Учитывая высокую реакционную способность свободного сероводорода, применяют чугунные минералопроводы и фаянсовые или эмалевые емкости.

Методика. Перед проведением процедуры в емкость наливают 200 л пресной горячей воды, в которой в строгой последовательности растворяют необходимые химические вещества. Затем добавляют холодную пресную воду до получения задан-

ной температуры ванны, в которую погружается больной. После ванны он промакивает тело полотенцем (без растирания), укутывается тгростыней и отдыхает 30-40 мин.

Сероводородные ванны сочетают с минеральными (хлоридными натриевыми) и минерально-газовыми (углекислыми) ваннами. Кроме местных и общих ванн сероводородную минеральную воду используют для спринцеваний, орошений, ингаляций, душей, промываний, полосканий и микроклизм.

Дозирование ванн осуществляют по концентрации сероводорода, а также температуре воды, ее объему и продолжительности процедуры.

Продолжительность проводимых с перерывом через день или на 3-день ванн составляет 8-12 мин. На курс лечения назначают 12-14 ванн. Повторные курсы сероводородных ванн проводят через 4-6 мес.

Радоновые ванны

Радоновые ванны - лечебные воздействия на больного, погруженного в радоновую минеральную воду.

Основным действующим фактором данных ванн является растворенный в них инертный газ радон Rn, распад которого сопровождается а-излучением. При оседании радона на кожу ("активный налет") а-излучение его молекул вызывает ионизацию молекул белков и воды в дерме, с образованием токсических метаболитов кислорода и гидроперекисей, концентрация которых в коже может достигать $(20\text{-}200)\cdot 10^6$ пар·мм$^{-3}$. Кроме того, в течение процедуры в организм через кожу проникает от 0,15 до 0,27% радона, что обусловливает высокую концентрацию продуктов ионизации в тканях внутренних органов (400-8000 пар·мм$^{-3}$).

Продукты радиолиза белков, являясь аутоантигенами, переносятся клетками Лангерганса и, подобно продуктам фотодеструкции белков (см.рис. 65), вступают в контакт с сенсибилизированными Т-лимфоцитами-хелперами. Под влиянием выделяемых последними цитокинов резко усиливается синтез нейтральных протеаз, биологически активных веществ и иммуноглобулинов тканевыми гистиоцитами (макрофагами) и полиморфноклеточными гранулоцитами. Индукцию иммунных процессов в коже потенцируют продукты перекисного окисления липидов, которые

активируют пролиферацию и дифференцировку Т и В-лимфоцитов с продукцией иммуноглобулинов. Наряду со активацией реактивности организма а-излучение стимулирует дифференцировку клеток базального и шиповатого слоев эпидермиса. Альфа-облучение меланоцитов приводит к образованию ДОФА, ДОФА-хинонов и ДОФА-аминов, стимулирующих образование меланина (см. рис. 63). Кроме того, радон усиливает синтез гликозоаминогликанов в соединительной ткани, что приводит к формированию структурно упорядоченных волокон грануляционной ткани в рубцах.

В течение процедуры через кожу и дыхательные пути в организм проникает 0,3-6,4% содержащегося в воде радона, который обусловливает а-облучение тканей внутренних органов. Основным депо резорбированного радона является кожа, небольшая часть его (3%) оседает в базальных клетках сегментарных и субсегментарных бронхов. Повышая афинность α- и β-адренорецепторов различных тканей к выделяющимся медиаторам и биологически активным веществам (гистамин, норадреналин, брадикинин и др.), радон вызывает двухфазные изменения локального кровотока в них. Начальный кратковременный (в течение 1-3 мин) спазм сосудов поверхностного дермального сплетения, сменяется продолжительным расширением артериол и некоторым уменьшением венулярного оттока, что приводит к гиперемии кожи и увеличению объема циркулирующей крови. Напротив, проводимость немиелинизированных нервных проводников при α-облучении радоном существенно снижается, что приводит к уменьшению болевой чувствительности. Тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы понижается, а парасимпатического - повышается.

Модулируя лиганд-рецепторные взаимодействия в адренорецепторах сердца и легких, радон увеличивает ударный и минутный объемы сердца, вызывает укорочение систолы и удлинение диастолы при неизменной частоте сердечных сокращений. Дыхание становится редким и глубоким, увеличивается его минутный объем. Активируя функцию коркового вещества надпочечников, радон стимулирует продукцию кортикостероидов и инсулинпродуцирующую функцию поджелудочной железы. В результате в организме усиливаются процессы гликолиза и липолиза, что приводит к редукции массы тела, некоторому уменьшению основного обмена и снижению содержания в крови свободных липидов и β-липопротеидов низкой плотности. Наряду с этим, радон уменьшает активность щитовидной железы и

яичников. Снижается также экскреция катехоламинов надпочечниками независимо от их исходного уровня.

Лечебные эффекты: *противовоспалительный (репаративно-регенеративный), анальгетический, метаболический (г/школитический и липолитический), эпителизирующий, иммуностимулирующий, сосудорасширяющий.*

Показания. Заболевания сердечно-сосудистой системы (ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения I-III ФК, миокардиодистрофия, митральные пороки сердца, постинфарктный (1 мес), миокардитический и атеросклеротический кардиосклероз, начальные явления атеросклероза, гипертоническая болезнь I-II стадии, облитерирующий атеросклероз, варикозная болезнь)', заболевания и последствия травм периферической (невралгии, невриты, радикулиты, плекситы) и центральной (неврастения, нарушения сна, последствия закрыть»? травм головного мозга) нервной системы, заболевания опорно-двигательного аппарата воспалительного и дегенеративного характера (артриты и полиартриты, ститы, остеомиелиты, переломы костей с замедленной консолидацией, остеоартроз, спондилиты), хронические заболевания легких, желудочно-кишечного тракта и пенек, болезни кожи (чешуйчатый лишай, красный плоский лишай, нейродермит, склеродермия, псориаз), келоидные рубцы, длительно незаживающие раны и трофические язвы, подагра, сахарный диабет, диффузный токсический зоб I-IH степени, ожирение II-II! степени, хронические воспалительные заболевания женских половых органов с гормонально-зависимыми новообразованиями (фибромиома, эндометриоз), простатит.

Противопоказания. Острые воспалительные процессы, ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения IV ФК, с нестабильной стенокардией, сердечной недостаточностью I! стадии, нарушениями сердечного ритма (мерцательная аритмия, политопная экстрасистолия), лейкопения любой этиологии, гипертиреоз, плохая переносимость радоновой минеральной водц*. (потливость, одышка, головокружение и пр.), профессиональные контакты с ионизирующими излучениями, доброкачественные опухоли, эпилепсия, вегето-сосудиетые дисфункции.

Природные источники радоновых минеральных вод многочисленны и разнообразны. Такие воды широко используют на курортах Пятигорск, Белокуриха, Молоковка, Усть-Кут (Россия), Хмельник (Украина), Цхалтубо (Грузия), Бад-Брамбах, Бад-Наухайм (Германия), Бадгастайн (Австрия), Баньер-де-Люшон

(Франция), Искья (Италия) и другие. Помимо природных, широко используют искусственно приготовленные радоновые ванны.

Параметры. Для лечебного воздействия используют радоновую минеральную воду, главным лечебным фактором которой является а-излучение радона (период полураспада 3,825 сут), дочерних продуктов его распада (эманации) - **Po(RaA), Pb(RaB), Bi(RaC)** и его изотопов - торона Тп и актиона Ап. Объемная активность радона в используемой минеральной воде должна превышать 37 **Бк·дм$^{-3}$**. Большинство природных радоновых минеральных вод имеют малую минерализацию (менее 2 г·дм$^{-3}$). Кроме радона, они содержат различные газы и минеральные вещества, которые также могут оказывать лечебное воздействие. Температура радоновых ванн - 34-36° С.

Искусственные радоновые ванны готовят из концентрированного водного раствора радона, который получают в барботере с раствором соли радона, находящемся в свинцовом контейнере. Учитывая высокую радиоактивность концентрата радона, его разведение проводят по специальным методикам с соблюдением гигиенических нормативов ГР 2.6.1.054-96 норм радиационной безопасности НРБ-96.

Согласно проведенным расчетам, при радоновых ваннах с объемной активностью 1,5 **кБк·дм$^{-3}$** биологическая доза кратковременного облучения малыми дозами наименее радиочувствительного органа человека - кожи - более чем в 15 раз ниже пределов ее допустимого общего облучения, что свидетельствует о радиационной безопасности радоновых ванн.

Методика. Перед проведением процедуры в ванну наливают 200 л пресной воды назначенной температуры, в которую в строгом соответствии с определенными правилами вносят и размешивают порцию (100 мл) концентрированного раствора радона. Затем больной погружается в ванну до уровня сосков. После ванны кожу больного обсушивают полотенцем (без растирания), что способствует сохранению на коже дочерних продуктов распада радона. После приема процедуры больной отдыхает в течение 30-60 мин.

Радоновые минеральные воды применяют также для кишечных промываний, вагинальных и ректальных орошений, полосканий, ингаляций и местных аппликаций. Наряду с водными, применяют "сухо-воздушные" радоновые ванны, при проведении которых на тело больного действуют смесью атмосферного воздуха и радона (см. рис.131). При одинаковых концентрациях радона в воде и воздушной смеси поглощенная доза а-излучения кожей в, процессе приема таких ванн увеличивается в 4,5 раза. Исключение гидростатического фактора позволяет использовать их для лечения ослабленных больных. В отличие от водных процедур, температура радона в "сухо-воздушных" ваннах колеблется от 20 до 42° С.

Радоновые ванны сочетают с минеральными ваннами *{радоновые хлоридно-натриевые ваннь),* углекислыми ваннами *{углекисло-радоновые ваннь).*

Дозирование ванн осуществляют по радиоактивности радона, а также температуре воды, ее объему и длительности процедуры.

Продолжительность проводимых ежедневно или через день ванн составляет 12-15 мин. На курс лечения назначают 10-15 ванн. Повторные курсы радоновых ванн проводят через 6-12 мес.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ПИТЬЕВЫЕ ВОДЫ

К **минеральным питьевым водам** относят воды с минерализацией не менее 1 $г \cdot дм^{-3}$. К ним относят также природные воды с минерализацией менее 1 $г \cdot дм^{-3}$, содержащие биологически активные микроэлементы в количестве не ниже бальнеологических норм, принятых для питьевых минеральных вод (ГОСТ 13273-88 "Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно-столовые"). По ионно-солевому составу питьевые минеральные воды подразделяют на 31 группу. Однако в лечебной практике чаще используют классификацию минеральных питьевых вод на подклассы преимущественно по анионному составу, так как показания к применению вод различного катионного состава для многих заболеваний аналогичны. Исходя из этого выделяют:

- *гидрокарбонатные воды* различного катионного состава (включающие помимо Ca^{2+}, Na^{+}, K^{+} также катионы Fe^{2+}, As^{3+}, Al^{3+} и анионы Br^{-} и I^{-});
- *гидрокарбонатно-сульфатные;*
- *гидрокарбонатно-хлоридные;*
- *гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные;*

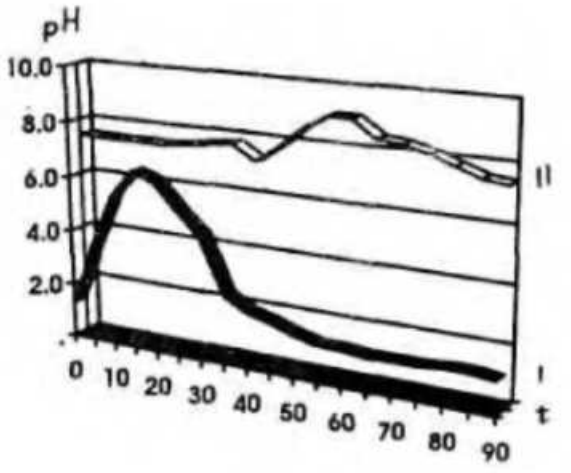


Рис.132. Динамика pH тела желудка (I) и антрального отдела (II) у больного гастритом с нормальной секрецией желудка при приеме 250 мл гидрокарбонатной воды.
По оси абсцисс: время t, мин; по оси ординат: pH.

- *сульфатные воды различного катионного состава;*
- *сульфатно-хлоридные воды различного катионного состава;*
- *хлоридные;*
- *слабоминерализованные железистые воды и воды, содержащие органические вещества.*

Действие минеральных питьевых вод на организм обусловлено *химическим, механическим и термическим* факторами. Ведущим в действии минеральных питьевых вод является химический фактор, обуслов/ленный прежде всего ионным составом принимаемых вод.

Попадая в пищеварительный тракт, содержащиеся в минеральной воде ионы стимулируют выделение слюны, а затем и секрецию желудка *(пилорический рефлекс).* Содержащиеся в воде ионы входят в состав желудочного сока, исходя из чего происходит усиление (или ослабление) секреторной деятельности желудочных желез и изменение состава и свойств желудочного сока. Далее, в тонкой кишке, происходит всасывание основных ионов минеральной воды в кровь, регуляция выделения панкреатического и кишечного соков, образования и выведения желчи *(дуоденальный рефлекс).* Циркулируя в крови, ионы раздражают хеморецепторы сосудов и оказывают разнообразное рефлекторное действие на различные органы и ткани.

Гидрокарбонатные ионы (HCO_3^-) взаимодействуют в полости желудка с хлористоводородной кислотой по уравнению:

$$(Na)HCO_3 + HCl = NaCl + H_2CO_3 < \begin{matrix} H_2O \\ CO_2 \end{matrix} \qquad [15.2]$$

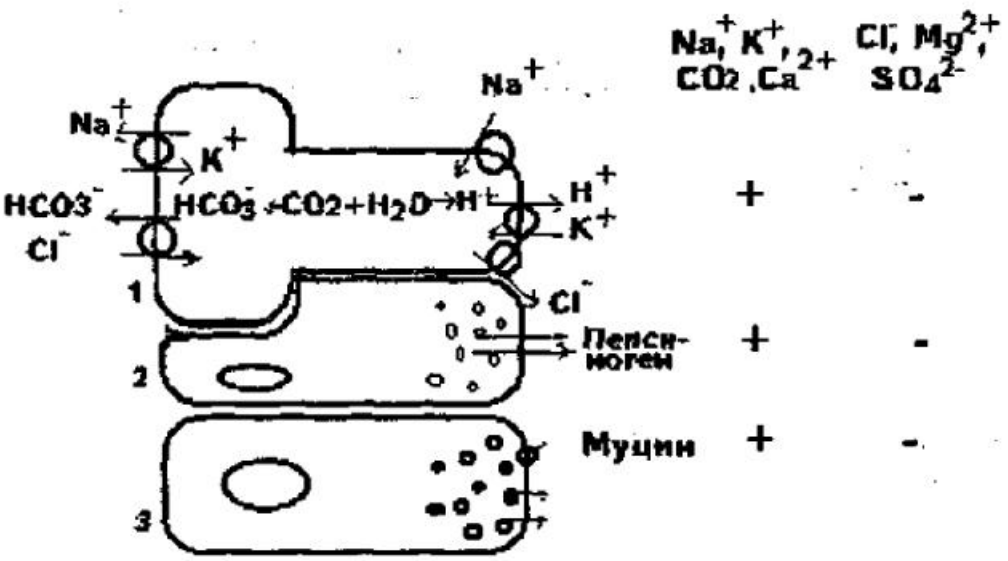


Рис. 133. Эффекты различных компонеттов минеральных вод на секрецию желудка.

1- обкладочный гландулоцит, 2 - главная клетка, 3 - добавочная клетка. + - усиление секреции, - - торможение секреции.

В результате такой реакции уже через 20-60 с внутрижелудочное pH повышается до 6,0-7,0 (рис. 132). При нормальной или пониженной секреции часть гидрокарбонатных ионов ингибирует аденилатциклазу обкладочных (париетальных) гландулоцитов и тормозит цАМФ-зависимое фосфорилирование гликолитических и липолитических ферментов (рис.133), что существенно ограничивает поступление восстановительных эквивалентов в цикл трикарбоновых кислот (Кребса) и на дыхательную цепь митохондрий. Наряду с ингибированием мембранных аденилатциклаз, гидрокарбонатный ион вызывает также обратимое ингибирование содержащейся в гландулоцитах карбоангидразы, нейтрализующей накапливающиеся гидроксильные ионы с образованием бикарбоната. Из-за существенного ограничения мощности окислительного фосфорилирования уменьшается генерация и перенос протонов через апикальные мембраны париетальных клеток в просвет желудка и секреция хлористоводородной кислоты. Возникающий в полости желудка дефицит протонов приводит к торможению образования пепсинов желудочного сока и гастроинтестинальных гормонов (гастрина и секретина), снижению секреции H^+ в просвет желудка.

Образующийся *углекислый газ* (см. *Минерально-газовые ванны)* способствует разжижению и удалению слизи из желудка

и вместе с механическим раздражителем (водой) через рецепторы энтеральной нервной системы стимулирует кислотообразующую и секреторную функцию желудка (см. рис. 133) и ускоряет перистальтику желудка и кишечника. Нейтрализация желудочного содержимого сопровождается рефлекторным повышением секреции тонкого кишечника, поджелудочной железы и печени, повышением интрадуоденального pH на 0,2-0,8. Примечательно, что при этом полностью исключается заброс хлористоводородной кислоты в кишку, наблюдающийся при рефлюкс-гастрите. Всасываясь в кишечнике, гидрокарбонатный ион восстанавливает емкость бикарбонатного буфера крови, которая снижается при сахарном диабете, заболеваниях печени и дискинезиях кишечника (диарее). Возникающий обратимый алкалоз тканей тормозит образование мочевой кислоты и ускоряет ее выведение, препятствуя образованию мочекислых солей. В щелочной среде хорошо растворяются ураты и оксалаты. Такая среда разжижает мокроту, уменьшает ее вязкость и повышает отделение из трахеобронхиального дерева, препятствует экссудации и эмиграции нейтрофилов в очаг воспаления.

Ионы хлора (Cl^-) в желудке соединяются с водородом, образуя хлористоводородную кислоту. Поступая при помощи активного транспорта париетальных клеток (см. рис. 133) в интерстиций, ионы хлора активируют процессы торможения в возбудимых тканях и синапсах, снижают проницаемость плазмолеммы эритроцитов, повышают интенсивность гликолиза и липолиза в паренхиматозных органах. В сочетании с ионами кальция хлориды стимулируют дифференцировку остеобластов и рост зубов. Попадая с пищей в тонкий кишечник, хлориды стимулируют образование кишечного сока, желчегонную и мочегонную функцию печени и почек.

Сульфатные ионы (SO_4^{2-}), раздражая механорецепторы слизистой оболочки желудка, ускоряют эвакуацию пищи из желудка в кишечник. Поступая с пищей в кишечник, они практически не всасывается в ней и повышают его двигательную функцию, оказывая послабляющее действие. Кроме того, сульфаты стимулируют тонус мышц желчного пузыря и расслабляют сфинктеры желчных путей (Люткенса и Одди), что приводит к ускорению направленного движения желчи из печени в двенадцатиперстную кишку, увеличению в ее составе билирубина. В сочетании с ионами кальция сульфаты активируют микросомальную энзимную систему печени, уплотняют сосудистую стенку, уменьшают содержание внутриклеточной воды и слизи при вое-

палении стенок желудочно-кишечного тракта и мочевыводящих путей.

Физиологические и лечебные эффекты *ионов йода* (I^-) и *брома* (Br^-) рассмотрены ранее (см. *Йодобромные ванны).*

Катионы натрия (Na^+), попадая в париетальные клетки желудка, активируют **K/Na-АТФазу** базолатеральных мембран и способствуют накоплению в цитозоле ионов K , которые посредством K^+/H^+ помпы (симпорта) митохондрий усиливают выделение протонов в просвет канальцев желудка. Наряду со стимуляцией секреции хлористоводородной кислоты, ионы натрия, попадая из желудка в интерстиций и кровь, восстанавливают их содержание и осмолярность. Последняя играет кардинальную роль в транскапиллярном транспорте питательных веществ и жидкости, распределении и выведении воды из организма почками. Поступающие во внутреннюю среду ионы натрия являются важнейшими внеклеточными компонентами биоэлектрогенеза и участвуют в организации возбуждения нейронов и миоцитов гладких и скелетных мышц, увеличивают емкость белковой, бикарбонатной и фосфатной «буферных систем крови.

Ионы ксшьция (Ca^{2+}), как известно, являются вторичными посредниками (мессенжерами) регуляции метаболизма клеток и регуляторами синаптической передачи. Всасывающийся в кишечнике кальций стимулируют рост и дифференцировку костей и зубов, в которых находится до 99% общего количества кальция в организме. При приеме кальциевых вод внутрь повышается степень утилизации кальция клетками, восстанавливается возбудимость нейронов головного мозга, скелетных мышц и моторная деятельность кишечника. Усиливается также сократительная функция миокарда и повышается свертываемость крови. Попадая в воспалительный очаг, ионы кальция ингибируют избыточную пролиферацию клеток желудка и стимулируют репаративную регенерацию в кишечнике.

Ионы магния (Mg^{2+}), попадая в желудочно-кишечный тракт, стимулируют образование его гистогормонов (VIP, GIP) и быстро транспортируются в кровь, где восстанавливают дефицит ионов магния, развивающийся при заболеваниях с пониженной секрецией желудка. Являясь коферментами ряда ключевых энзимов гликолиза и протеолиза, магний участвует в обмене углеводов и белков. Кроме того, он регулирует холинергическую синаптическую передачу на концевой пластинке и участвует как в нервно-мышечном сопряжении, так и сокращении скелетных мышц.

Ионы калия (K^+) стимулируют выделение хлористоводородной кислоты в полости желудка, и накапливаются преимущественно внутри клеток и в интерстиции. Он участвуют в процессах окислительного фосфорилирования и реполяризации нервных и мышечных волокон. Попадая в кровь, калий восстанавливает емкость гемоглобиновой буферной системы - самой мощной буферной системы крови. Являясь активатором некоторых белоксинтетических систем, калий участвует в их синтезе на рибосомах. Он также стимулирует дефосфорилирование углеводов, обеспечивая абсорбцию углеводов на внутриклеточных мембранах и последующий гликолиз и гликогенолиз.

Ионы железа (Fe^{2+}), поступающие с минеральной водой, всасываются в кишечнике. В эпителиальных клетках слизистой оболочки кишечника они окисляются до Fe^{3+} и образуют белковый комплекс ферритин, который транспортирутся β-глобулинами в депо крови (костный мозг, печень, селезенку). Формирование хелатных комплексов гема с железом резко увеличивает связывание кислорода эритроцитами и существенно повышает дыхательную функцию крови, их транспортную функцию. Таким образом прием железистой воды восстанавливает развивающийся при анемиях различного происхождения дефицит железа в гемоглобине эритроцитов, где содержится до 66% от общего количества железа в организме, а также стимулирует гемопоэз. Помимо гемоглобина железо (вместе с марганцем и медью) входит в состав флавиновых дегидрогеназ и металлопротёидов - каталазы, цитохромов, пероксидазы и других, играющих ключевую роль в окислительном фосфорилировании и перекисном окислении липидов.

Содержащиеся в минеральных питьевых водах ионы марганца (Mn^{2+}) усиливают синтез хондриотин-сульфатов. Соединения кремния участвуют в синтезе протеин-полисахаридных комплексов и активируют регенерацию коллагена соединительной тканью. Ионы других микроэлементов (Al^{3+}, Cu^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}) повышают активность специфических металлоэнзимов (альдолазы, дегидрогеназ), а также ститмулируют синтез гексоз и аминокислот.

Нафтены, гумины, битумы и фенолы в силу высокой липоидотропности быстро всасываются в кровь в желудке и верхних отделах тонкой кишки. Проникая в кровь, они повышают мочеотделение, стимулируют выведение мочевого песка и мелких конкрементов, растворяют и выводят слизь из

мочевыводящих путей. Органические вещества усиливают минеральный обмен и всасывание воды из кишечника, а также активируют реакции биотрансформации токсических веществ в гепатоцитах. Кроме того, гумины и битумы активируют микрофлору кишечника и способствуют выработке ими антибактериальных и биологически активных компонентов.

Термический фактор минеральных вод модулирует моторную и секреторную деятельность желудочно-кишечного тракта, существенно влияет на скорость всасывания химических веществ в гастродуоденальной зоне. Теплая вода снижает повышенную моторику, снимает спазм привратника и уменьшает секрецию желудка. Она замедляет скорость перехода воды из желудка в двенадцатиперстную кишку и, расслабляя мышечный слой кишечника, вызывает задержку стула. Вместе с тем теплая минеральная вода ускоряет активный и пассивный транспорт ионов через слизистую юболочку желудочно-кишечного тракта. Напротив, холодная вода повышает двигательную и секреторную активность желудка и усиливает перистальтику кишечника, замедляет транспорт ионов через их слизистые. Она быстро переходит из желудка в кишечник, перемещается в нем и оказывает послабляющее действие. Следовательно, термический фактор потенцирует действие химического фактора минеральных вод.

Минеральная вода как *механический фактор* вызывает растяжение стенок желудочно-кишечного тракта и раздражение заложенных там механорецепторов. В полости рта указанные процессы приводят к усилению образования слюны, рефлекторному нарастанию секреции (выделению запальной порции сока) и двигательной активности желудка. При продолжительной задержке воды в полости рта рефлекторное усиление минеральной водой желудочной секреции выражено более значимо. Раздражение механорецепторов желудка водой уже через 1-2 мин приводит к существенному нарастанию секреции гастрина, хлористоводородной кислоты и других гистогормонов в полости желудка *(пилорическое действие).* Выделяющийся гастрин стимулирует репаративную регенерацию слизистой желудка и усиливает ее трофику. Перемещаясь в кишечник, минеральная вода стимулирует секрецию энтерогастрона и вазоинтестинальных пептидов. Энтерогастрон вызывает торможение секреции желудка, а гистогормоны стимулируют секрецию слизистой тонкого кишечника, выделение панкреатического сока и желчи *(дуоденальное действие).* Таким образом, минеральная вода восстанавливает нарушенную при болезни динамику секретор-

ной, моторной и эвакуаторной активности различных отделов желудочно-кишечного тракта и коррегирует различные виды обмена питательных веществ в организме.

Лечебные эффекты: *кислоторегулирующий, антиспастический, секретостимулирующий, противовоспалительный, метаболический, холерегулирующий, панкреорегулирующий, моторнокорригирующий, бронходренирующий, урокорригирующий.*

Показания. Хронический гастрит с повышенной и нормальной секрецией желудка, хронический колит и энтероколит, хронические заболевания печени, хронический панкреатит *(гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные, натрий-кальций-магниевые воды),* хронический гастрит с пониженной секрецией желудка *(гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные натрий-кальциевые воды),* неосложненная язвенная болезнь, хронические заболевания верхних дыхательных путей - ларингит, трахеит, бронхит *{гидрокарбонатно-сульфатные воды),* хронические заболевания мочевыводящих путей *{гидрокарбонатно-сульфатные и минерально-органические водь/);* сахарный диабет и другие болезни обмена веществ - ожирение, подагра *(хлоридно-сульфатные натрий-кальций-магниевые водь),* железодефицитные и другие виды анемий *(железистые водь),* тиреотоксикоз *(гидрокарбонатно-йодные водь).*

Противопоказания. Обострения хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта с рвотой, поносом, кровотечением и резким болевым синдромом, желчнокаменная болезнь, острый холецистит, сужение пищевода и привратника, недостаточность кровообращения II стадии, острая почечная недостаточность.

Природные источники. Месторождения минеральных питьевых вод различных типов находятся на всей территории Земли. В кадастре минеральных вод России имеются следующие курорты с питьевыми минеральными водами: Аршан (Бурятия), Варзи-Ятчи (Удмуртия), Горячий Ключ, Дарасун, Дорохово, Ессентуки, Железноводск, Зеленый Город, Зеленый Городок, Ижевские Минеральные Воды (Татарстан), Карачарово, Карачи, Кармадон, Кашин, Кожаново, Краинка, Красноусольск (Башкиторстан), Кука, Липецк, Марциальные Воды, Медвежье, Нальчик, Нижнеивкино, Нижние Серги, Пятигорск, Серноводск Кавказский, Сестрорецк, Синегорские Минеральные Воды, Сольвычегодск, Старая Русса, Талая, Ундоры, Усть-Качка, Учум, Хилово, Шиванда, Шира, Шмаковка, Ямаровка. Наряду с ними минеральные питьевые воды применяют на бапьнеолечебных курортах Боржоми (Грузия), Миргород, Трускавец, (Украина), Бат (Великобритания), Бад-Вильдунген, Бад-Киссенген, Баден-Баден

(Германия), Бад-Ишль (Австрия), Карлови-Вари (Чехия), Виттель, Виши (Франция), Монтекатини-Терме (Италия), Саратога Спрингс, Хот-Спрингс (США) и многих других.

Параметры. В соответствии с ГОСТ 13273-Я8 "Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно-столовые" минеральные питьевые воды делят по их минерализации на две большие группы: *лечебно-столовые и лечебные*. К *лечебно-столовым* относят воды с минерализацией от 1 до 10 г·дм$^{-3}$, а при наличии биологически активных компонентов и менее. Для *лечебных* вод установлены критерии минерализации от 10 до 15 г·дм$^{-3}$, а при наличии биологически активных компонентов - менее 10 г·дм$^{-3}$. Допускается применение. минеральных вод и более высокой минерализации при их разведении. Величина pH минеральных питьевых вод составляет 6,0—8,2, температура колеблется от 18 до 45° С.

Больные принимают минеральные питьевые воды либо непосредственно у источника, либо разливаемые в бутылки. Согласно ГОСТ 13273-88 содержание углекислого газа в большинстве бутылочных минеральных вод должно составлять не менее 0,3% от массы воды (для железистых - 0,4%). Бутылки необходимо хранить в горизонтальном положении в темном месте при температуре 6-12° С. Предельно допустимые концентрации вредных компонентов и нормы санитарной оценки минеральных питьевых вод также изложены в ГОСТ 13273-88.

Методика. Поскольку минеральные питьевые воды оказывают на организм выраженное воздействие и при неправильном приеме могут вызвать различные нарушения электролитного состава, они назначаются только врачом. Минеральную воду пьют натощак перед приемом пищи 3-4 раза (при заболеваниях мочевыводящих путей 6-8 раз) в день с учетом секреторной и моторной функции желудка. Как правило, начинают со 100 мл и постепенно увеличивают количество выпитой за один прием воды до 200-250 мл.

Минеральную воду принимают за 20-90 мин до приема пищи. Курс лечения минеральными питьевыми водами на курорте составляет 21-26 дней, в амбулаторных условиях - 28-40 дней. Повторный курс питьевого лечения проводят через 3-4 мес.

Чтобы усилить раздражающее действие минеральной воды на слизистую желудочно-кишечного тракта, следует пить воду обычной температуры медленно, отдельными и небольшими глотками. Напротив, для ослабления избыточной секреторной и моторной

функции желудочно-кишечного тракта теплую воду следует пить залпом, большими глотками. Методика приема минеральной воды определяется видом заболевания. Для основных из ни» она приведена в табл. 25.

Таблица 25

Методика приема минеральных питьевых вол

Заболевание	Наименование наиболее распространенных минеральных вод	Температура воды, t, °С	Время приема перед пищей, мин	Способ приема
Хронический гастрит, язвенная болезнь с повышенной секрецией желудка	Азовская, Боржоми, Варзи-Ятчи, Дарасун, Славяновская, Смирновская	38-45	60-90	Быстро, большими глотками
Хронический гастрит, язвенная болезнь с нормальной секрецией желудка	Азовская, Боржоми, Варзи-Ятчи, Дарасун, Славяновская, Смирновская	28-35	45-60	Медленно, небольшими глотками
Хронический гастрит, язвенная болезнь с пониженной секрецией желудка	Екатерингофская, Ессентуки NN4, 17, Железноводская, Нарзан, Ижевская, Карачинская, Серебряный родник	18-25	20	Медленно, небольшими глотками
Хронический колит с повышенной двигательной функцией кишечника	Боржоми, Краинка, Нарзан, Славяновская, Смирновская	40-45	35-60	Медленно, небольшими глотками
Хронический колит с пониженной двигательной функцией кишечника	Екатерингофская, Ессентуки N17, Ижевская, Кармадон, Липецкая, Семигорская, Баталинская, Лысогорская, Галицкая	18-25	40	Медленно, небольшими глотками
Хронические заболевания почек	Березовская, Боржоми, Нарзан, Славяновская, Смирновская, Нафтуся	35-45	За 20 до и после еды	В зависимости от секреции желудка
Хронические заболевания печени и поджелудочной железы	Екатерингофская, Ессентуки NN4, 17, Боржоми, Борская, Смирновская, Угличская, Московская, Обуховская	35-45	В зависимости от секреции желудка	
Хронические заболевания органов дыхания	Боржоми, Дарасун, Славяновская, Смирновская	40-45	В зависимости от секреции желудка	

Питьевое лечение сочетают с различными видами электромагнитотерапии, гидротерапии (ванны, души, орошения), ингаляционной терапией, ультразвуковой терапией, пелоидотерапией.

Разнообразные минеральные воды, помимо питьевого лечения, применяют в виде компрессов, примочек, микроклизм, ингаляций, влагалищных орошений, промываний кишечника, тюбажей и питьевых сред.

Дозирование процедур питьевого лечения минеральными водами осуществляют по количеству однократно принимаемой воды, исходя из расчета 3-3,2 мл на 1 кг массы тела, количеству приемов, температуре воды, и временному интервалу перед приемом пищи.

Рекомендуемая литература

Боголюбов В.М. Минеральные воды для питьевого лечения /Курортология и физиотерапия. М., 1985.

Иванов В.В. Основные критерии оценки химического состава минеральных вод. М., 1982.

Гусаров И.И. Радомотерапия. М.: Медицина, 1974.

ГОСТ 13273-88 Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно-столовые. М.:Изд-во стандартов, 1988.

Куликов Г.В., Жевлаков А.В., Бондаренко С.С. Минеральные лечебные воды СССР. Справочник. - М.:Недра, 1991.

Олефиренко В.Т. Водотеплолечение. М.:Медицина, 1986.

Серебрима Л.А., Кенц В.В., Горчакова Г.А. Водолечение. - Киев.: Здоровь'я, 1983.

ПЕЛОИДОТЕРАПИЯ

ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕЧЕБНЫХ ГРЯЗЕЙ

Лечебные грязи (пелоиды, от греч. πελος - ил, грязь) - природные органо-минеральные коллоидальные образования, содержащие биологически активные вещества и живые микроорганизмы. Они являются отложениями природных водоемов и продуктов извержения вулканов и грязевых сопок.

Структуру всех лечебных грязей составляют три взаимосвязанных компонента: *кристаллический скелет, коллоидный комплекс и грязевой раствор.*

Кристаллический скелет (остов грязи) включает в себя силикатные частицы, фосфаты, гипс, карбонаты, слаборастворимые соли кальция и магния, обломки ракушек и остатки неразложившихся растений, размер частиц которых не превышает $25 \cdot 10^{-3}$ м. *Коллоидный комплекс* составляют сложные ферро-, алюмо- и органо-минеральные соединения (сера, кремниевая кислота и др.), размер частиц которых не превышает 10^{-6} м. *Грязевой раствор* содержит растворенные в воде соли натрия и магния, сульфиды, сульфаты, микроэлементы и пр.

Лечебные грязи обладают *химическими, биологическими, теплофизическими и механическими* свойствами.

Основным *параметром* химических свойств грязи является ее *минерализация* М — количество содержащихся в единице объема грязевого раствора водорастворимых солей. Она колеблется от 0,01 до 350 $г \cdot л^{-1}$. Различают грязи *пресноводные* ($М < 1\ г \cdot л^{-1}$), *низкоминерализованные* (М $1\text{-}15\ г \cdot л^{-1}$), *среднеминерализованные* (М 15-35 $г \cdot л^{-1}$), *высокоминерализованные* (М 35-150 $г \cdot л^{-1}$), *насыщенные* (М 150-300 $г \cdot л^{-1}$), и *перенасыщенные*

(М>350 г·л$^{-1}$). Основную массу растворенных в водах солей составляют катионы Na^+, Mg^{2+}, Ca^{2+} и анионы Cl^-, SO_4^{2-} и HCO_3^-

Наряду с минерализацией, важными параметрами химических свойств грязи является содержание воды и соотношение между неорганическими и органическими веществами. Комплекс органических веществ определяют высокую адсорбционную способность грязи, специфичность ее лечебного действия и бактерицидную активность. Если количество органических веществ свыше 10% сухого вещества - грязи относят к *органическим,* меньше - к *неорганическим.* Кроме того, грязи разделяют по реакции среды на *ультракислые* (pH<2,5), *кислые* (pH 2,5-5), *Слабокислые* (pH 5-7), *слабощелочные* {pH 7-9) и *щелочные* (pH>9).

Содержащиеся в лечебных грязях биологически активные вещества (витамины группы В - рибофлавин, фолиевая кислота, витамины **С и D**, гормоноподобные вещества) повышают резистентность организма и оказывают специфическое стимулирующее действие на его органы и ткани. Указанные вещества также содержатся в жидкой фазе лечебной грязи - *грязевом растворе,* который широко используют как самостоятельный вид пелоидотерапи. Грязевые растворы получают путем отжима грязи под прессом, ее центробежного отгона (центрифугирования), пропускания через фильтры, а также вытяжки грязевого раствора водой, спирто-бензольмой смесью и другими растворителями. На основе грязевых растворов готовят ряд фармакопейных препаратов (биогенных стимуляторов): ФиБС, пелоидодистиллят, пелоидин, торфот, гумизоль, биокортан и др.

Содержащиеся в лечебных грязях органические вещества (гумус, аморфный детрит и водорастворимые соединения, битумы) определяют их *термофизические* свойства, основным параметром которых является *температура грязи.* По сравнению с другими теплоносителями (см. табл. 16) лечебные грязи обладают высокой теплоемкостью (2-4 **кДж·кг$^{-1}$·°С$^{-1}$**) и теплопроводностью (0,88 **Вт·м$^{-1}$·°С$^{-1}$**), но низкой теплоудерживающей способностью (350-850 с).

По реакции на внешние механические напряжения лечебные грязи относят к вязким телам. Их плотность составляет 1400-1500 **кг·м$^{-3}$**. Степень необратимой деформации (пластичности) лечебных грязей при механическом воздействии определяется их кристаллическим скелетом. Ее количественной характеристи-

кой служит *напряжение пластичности* - минимальное напряжение σ, с которого начинаются необратимые деформации (см. главу 7). Величина модуля пластичности различных лечебных грязей достигает 150-250 $Н \cdot м^{-2}$

Содержание *микроорганизмов* в лечебных грязях составляет 2-6% от их массы. В них всегда присутствуют гнилостные аэробы и анаэробы (10^7 $г^{-1}$), денитрифицирующие, сульфатредуцирующие бактерии (до 10^6 $г^{-1}$), нитрозные бактерии, плесени(10^3 $г^{-1}$) и другие виды. Гнилостные азробы и анаэробы, за счет выработки пенициллиноподобных веществ, обладают антибактериальной активностью. Как показал в 1889 году А.А.Вериго, микрофлора и органо-минеральные вещества обусловливают формирование грязи и восстановление биохимических свойств через 2-3 мес после ее употребления грязи (способность грязи к регенерации). Это позволяет применять лечебные грязи многократно без снижения их химической и биологической активности. Коли-титр лечебных грязей составляет 1-10 и более, а титр перфрингенс - менее $5 \cdot 10^6$

Биологическое действие лечебных грязей определяется условиями их формирования. По происхождению все грязи можно разделить на три группы: *иловые, торфяные и псевдовулканические.*

ЛЕЧЕБНЫЕ ГРЯЗИ

ИЛОВЫЕ	ТОРФЯНЫЕ	ПСЕВДОВУЛКАНИЧЕСКИЕ
Сульфидные		Сопочные
Сапропелевые		Гидротермальные

Сульфидные грязи являются иловыми донными отложениями морских заливов и соленых озер (лагун, лиманов) материкового и морского происхождения или озер, питаемых минеральными водами. Являются высокоминеральными неорганическими грязями различного ионного состава, в которых преобладают сульфид железа - гидротроиллит $[Fe(HS)_2]$, составляющий до 0,5% от всей массы грязи, и другие соли образующего их водоема. Соли железа определяют черный или темно-серый цвет сульфидной грязи. Основные месторождения сульфидных грязей - озера Большой и Малый Тамбукан, Большое и Малое Соленое, Тинаки, Эльтон (Россия), Отар-

Майнакское озеро, Куяльницкий лиман (Украина), озеро Терескен (Казахстан), заливы Хаапсалу и Пярну (Эстония).

Сапропелевые грязи (греч. σαπρος-гнилой, πελος-ил — гниющий ил) являются иловыми донными отложениями пресноводных материковых озер. Представляют собой желеобразную малопластичную среду с малым содержанием сульфидов (менее 0,15%) и низкой минерализацией. Содержат большое количество биологически активных веществ (10-15%), гуминовых и фульвовых кислот, разнообразные микроэлементы **(Co, Mg, Cu, Zn, B, Mo, I, Br)** и 13 групп микроорганизмов. Указанные особенности определяют различный цвет грязей - от коричневого до розового. Основные месторождения сапропелевых грязей - озера Молтаево, Ахманка (Россия), Каниера (Латвия).

Торфяные грязи формируются *в* результате неполного разложения болотных растений в условиях недостатка воздуха и избыточной влаги. Они представляют собой остатки отмершей растительности и содержат преимущественно органические вещества - гуминовые кислоты, целлюлозу, аминокислоты и различные ионы и микроэлементы. Большое содержание воды (90% от общей массы) обусловливает высокую теплоемкость и теплоудерживающую способность торфяных грязей, которая в два раза выше, чем у иловых. Торфяные месторождения имеются во многих природных зонах Евразии и Северной Америки.

Сопочные грязи образуются в нефтегазоносных районах. Из грязевых сопок (вулканов) они выдавливаются на Землю через вышележащие тектонические трещины углеводородными газами, метаном и напорными водами. Являются полужидкими глинистыми образованиями и содержат в грязевом растворе ионы Br~ (до 170 **мг·л$^{-1}$), I$^-$ (до 80 г·л$^{-1}$), B$^-$ (100 мг·л$^{-1}$),** гидрокарбонать! и малое количество органических веществ. Основные месторождения сопочных грязей - Таманский и Керченский полуострова, Южный Сахалин (Россия), Ахтальские сопки (Грузия), Апшеронский полуостров (Азербайджан) и др.

Гидротермальные грязи формируются в результате выщелачивания пород горячими газопаровыми струями в зонах активной вулканической деятельности. В них имеются в свободном состоянии диоксид углерода и сероводород, а также микроэлементы. Основные месторождения гидротермальных грязей находятся на Камчатке и Курильских островах (Россия), Япония, Исландия.

Происхождение грязей определяет их состав и физико-химические свойства (табл. 26).

Таблица 26

Основные свойства лечебных грязей

Типы лечебной грязи	Минерализация М, $г \cdot л^{-1}$	Содержание воды, %	Содержание органических веществ, %	pH среды
Иловые				
сульфидные	1-350	40-70	<10	>7,0
сапропелевые	1 65	95	>10	<7,0
Торфяные	1-20	65-90	50	<5,0
Псевдовулканические				
сопочные	10-20	40-60	<10	>8,0
гидротермальные	10 60	80	<10	<5,0

ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГРЯЗЕЙ

Пелоидотерапия - лечебное применение грязей.

Лечебные эффекты грязей обусловлены совокупностью действия тесно связанных между собой *термического, механического, химического и биологического* факторов. В зависимости от физико-химического состава грязей выраженность биологических реакций каждого из них будет различна. Специфика лечебного действия грязи определяется преимущественно химическим и отчасти биологическим факторами, о чем свидетельствуют результаты экспериментов по исследованию биологического действия ее отдельных факторов (рис.134).

При аппликации грязи содержащиеся в ней летучие вещества, ионы, липоидотропные пептидные и стероидные гормональные вещества, гуминовые кислоты и неполярные молекулы тазов (химический фактор) проникают в кожу через протоки сальных желез и волосяных фолликулов. Накапливающиеся в коже биологически активные вещества грязей усиливают метаболизм подлежащих тканей, индуцируют дифференцировку ростковых слоев эпидермиса, выделение локальных вазоактивных пептидов (гистамин, брадикинин), повышают возбудимость и проводимость нервных проводников кожи. Обладая высокой гидрофильностью, химические вещества вызывают обезвоживание кожи и дубят ее. Органические вещества грязей хелатируют ионы тяжелых металлов, радионуклидов и токсинов, что приводит к подавлению их гистоповреждающего действия. Вместе с тем, они усиливают синтез прокоагулянтов, усиливают агрегацию тромбоцитов, что является фактором риска образования тромбов при распространенном атеросклерозе.

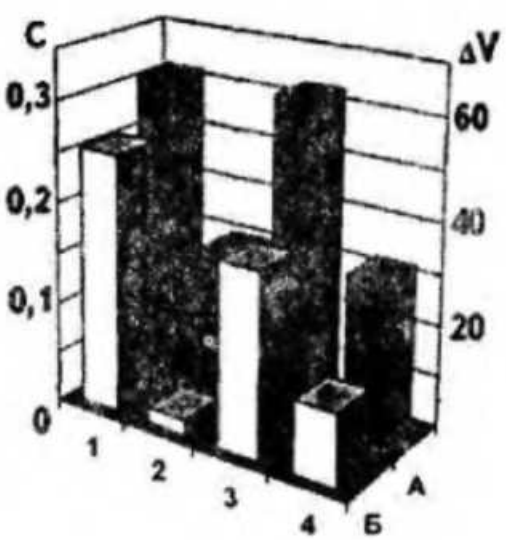


Рис.134. Курсовое воздействие отдельных химических компонентов сульфидной грязи на показатели развития воспаления и продукцию глюкортикоидов надпочечниками крыс.

А-степень уменьшения окружности суставов,ΔV,%; Б - содержание 11-оксикортикостероидов в плазме, С,мгл$^{-1}$.

1 - аппликации грязи температуры 42° С; 2 - аппликации грязи температуры 42° С через изолирующую прокладку; 3 - аппликации грязи температуры 42° С через прокладку с подкожным введением компонентов коллоидной фракции и грязевого раствора, 4 - инъекции раствора гуминовой фракции грязи.

Прошедшие через эпидермис гуминовые кислоты и стероидосодержащие фракции пелоидов ограничивают экссудацию и отек тканей и индуцируют пролиферативные процессы в очаге воспаления. В экссудативную фазу воспаления они ограничивают миграцию лейкоцитов и отек за счет снижения афинности гистаминовых рецепторов нейтрофилов к гистамину и угнетения деструктивной активности гиалуронидазы. Вместе с тем,' из-за неустойчивости систем адаптации в данную фазу воспаления лечебные грязи, как дополнительный сильный раздражитель, могут вызвать срыв репаративных процессов и обострение заболевания (пелоидопатологическую реакцию).

Напротив, в пролиферативную стадию пелоиды повышают вязкость плазмолеммы, уменьшают ее проницаемость, усиливают рассасывание продуктов аутолиза клеток и отток интерстициальной жидкости (рис. 134). Увеличивая активность компонентов антиоксидантнои системы, они тормозят перекисное окисление липидов в очаге воспаления и восстанавливают повышенные при воспалении процессы гликолиза и липолиза. Химические компоненты грязи подавляют полимеризацию коллагеновых волокон и усиливают агрегацию в них гликозоаминогликанов, муко- и гликопротеидов. В результате снижается коллагенпродуцирующая функция фибробластов, происходит перестройка "юного" неструктурированного коллагена грануляционной ткани и формирование эластичных пространственно упорядоченных рубцов.

Напротив, в склерозированных рубцах грязи разрушают протеогликановые комплексы и вызывают дезагрегацию шикозоаминогликанов. Высвобождающиеся из связи с ними коллагеновые волокна резорбируются коллагеназой и другими протеиназами активированных грязями макрофагов. Кроме внеклеточной деструкции, лизис коллагеновых волокон при их повышенном образовании (коллагенозы) обусловлен также и усилением дифференцировки и созревания фибробластов (фиброклазией) с последующим угнетением продукции волокон соединительной ткани и регрессии склеротических очагов.

Пелоиды различного физико-химического состава вызывают неодинаковые реакции фагоцитоза и соединительной ткани, что определяет разную активность репаративной регенерации. Так, щелочные сульфидные грязи стимулируют симпатическую нервную систему и продукцию глюкокортикоидов (см. рис.134Б) и катехоламинов надпочечниками, а также секрецию гонадотропных гормонов. Напротив, кислые торфяные грязи угнетают эти процессы. Вместе с тем, резорбированные из торфяных грязей гуминовые кислоты повышают долю свободной фракции глюкокортикоидов в крови. Следовательно, степень гормонпродуцирующего действия различных грязей пропорциональна содержанию ионов водорода. Следует также помнить, что нарастание активности гипофиз-адренокортикальной системы наступает после ее некоторого снижения в середине курса пелоидотерапии и в последующем сменяется повышением тонуса парасимпатической нервной системы. В результате активации гормонального звена симпато-адреналовой системы усиливается ее адаптационно-трофическая функция и формируется долговременная адаптация к разнообразным факторам внешней среды.

Проникая в кровь и ликвор, биологически активные компоненты грязи оказывают свое действие на различные органы и ткани. Микродозы гормоноподобных веществ грязи индуцируют продукцию АКТГ и СТГ гипофизом, инсулина поджелудочной железой, а также синтез простогландина Е. Кроме того, они увеличивают степень сопряжения окисления и фосфорилирования в митохондриях клеток паренхиматозных органов. Химические компоненты пелоидов также существенно ускоряют гидроксилазные реакции в микросомальной энзимной системе печени (активность глюкозо-6-фосфатазы увеличивается в 2,9 раза).

Грязевая микрофлора (биологический фактор), вступая в конкурентные взаимоотношения с микроорганизмами кожи, вы-

зывает их гибель и отторжение отмерших чешуек рогового слоя эпидермиса. Накапливающиеся в придатках кожи химические вещества и микроорганизмы закупоривают протоки сальных и потовых желез и образуют в них кремниевые коллоиды и микровоспалительные инфильтраты. Вследствие возникающей при этом миграции клеток Лангерганса в дерму и выделения интерлейкинов повышаются уровни Т-хелперов, гистиоцитов и эозинофилов, происходит усиление фагоцитарной активности нейтрофилов и активация клеточного иммунитета в коже (см. рис. 134). Выявлено также значимое уменьшение содержания **IgM** и **IgG и IgA.** К середине лечебного курса в связи с нарастанием активности гипофиз-адренокортикальной системы и выделением глюкокортикоидов происходит некоторое уменьшение повышенной при некоторых заболеваниях реактивности организма, связанное с угнетением системы комплемента и ее неспецифических активаторов (опсонинов, пропердина, р-лизина, лактата и др). Ограничение грязями аутоимунной агрессии происходит за счет стабилизации проницаемости лизосомальных мембран макрофагов и гистиоцитов.

Нагретая лечебная грязь вызывает в области аппликации повышение температуры кожи и подкожной клетчатки на 1,5-2,5° С. Локальная гипертермия приводит к расширению сосудов микроциркуляторного русла и ускорению кровотока и лимфооттока в коже. Выделяющиеся в коже биологически активные вещества активируют нефункционирующие капилляры и артериоло-венозные анастамозы и увеличивают проницаемость сосудов. В результате в области грязевой аппликации возникает длительная местная гиперемия кожи. Увеличение кровотока, наряду с повышением сосудистой проницаемости и сдвигами pH, способствует усилению транспорта растворенных в грязи химических веществ. Наряду с этим, аппликации нагретой грязи способствуют быстрому оттоку интерстициальной жидкости и поступлению в клетки кислорода, питательных веществ и уровня их метаболизма (повышению синтеза макроэргов и активности АТФ-аз). При низких температурах грязи (исключении термического фактора) наиболее эффективными оказываются аппликации торфяной грязи, обладающей максимальной кислотностью (см. табл. 26).

Раздражение термомеханочувствительных структур кожи грязью обусловливает формирование в сегментарных и подкорковых структурах головного мозга рефлекторных реакций, замыкающихся на различные эффекторы. При массивных грязе-

вых аппликациях или ваннах существенную роль в формировании таких реакций начинает играть механический фактор. При значительной площади аппликации в результате сочетанного действия термического и механического факторов грязи происходят торможение деятельности центральной нервной системы и изменение соотношения тормозно-возбудительных процессов в коре. Начальная активация высших центров симпатической, а затем парасимпатической нервной системы приводит к понижению тонуса спазмированных сосудов и мышц и увеличению объема движений в пораженных суставах. В результате стимуляции нейрогуморальных механизмов терморегуляции повышается интенсивность теплоотдачи организма и активация сосудодвигательного и дыхательного центров. Происходит также понижение артериального давления и некоторое ослабление болевой и тактильной чувствительности, что обусловливает психофизиологический феномен комфорта и покоя. При аппликации на обширную площадь тела грязи тормозят деятельность центральной нервной системы

Лечебные эффекты: *противовоспалительный (противоотечный, репаративно-регенераторный), метаболический, трофический, иммуномодулириющий, дефиброзирующий, бактерицидный, биостимулирующий, седативный, коагулирующий, кератолитический.*

Показания. Заболевания и последствия травм опорно-двигательного аппарата (специфические и неспецифические воспалительные и обменные заболевания суставов, травматические повреждения конечностей, связок и мышц, контрактуры, остеомиелиты) и нервной системы (последствия закрытых травм головного мозга, церебральный арахноидит, радикулиты, невриты, плекситы, двигательные и чувствительные расстройства), заболевания органов дыхания (хронический бронхит, пневмония), пищеварения (язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки вне обострения, хронический гастрит, колит, проктосигмоидит, холецистит, гепатит), болезни женской и мужской половой сферы, болезнь Рейно, заболевания кожи, болезни уха, горла, носа, глаз, спайки в брюшной полости, трофические язвы, рубцово-спаечные процессы различной локализации.

Противопоказания. Острые воспалительные процессы различной локализации и хронические в стадии выраженного обострения, выраженный общий атеросклероз, пороки сердца в стадии декомпенсации, гипертоническая болезнь II-III стадии,

ишемическая болезнь сердца, стенокардия напряжения выше II ФК, бронхиальная астма, дыхательная недостаточность N стадии, гломерулонефрит и нефроз, цирроз печени, хронически воспалительные заболевания матки и придатков с выраженное гипофункцией яичников, фибромиома матки, киста яичника менструации, варикозная болезнь, тиреотоксикоз инфекционные заболевания (в том числе венерические).

Природные источники. Основные месторождения различных типов лечебных грязей приведены выше. Пелоиды применяют на грязелечебных курортах Кавказских Минеральны> Вод, Паратунка, Садгород, Эльтон, Марциальные Воды, Стара* Русса (Россия), Одесса, Евпатория, Бердянск, Феодосия (Украина),, Ахтала (Грузия), Бад-Эльстер, Бад-Дрибурт (Германия), Пьештяны (Словакия), Спа (Бельгия), Сальсомаджоре-Терме (Италия), Роннебю (Швеция), Хевиз (Венгрия), Тузла, Шабла (Болгария) и многих других.

Параметры. Как правило, температура применяемой иловой грязи составляет 38-40° С, торфяной - 42-43° С. Для снутриполостного грязеления применяют грязь температуры 40-48° С Нагревание лечебных грязей производят на водяных банях, газовых и электрических плитах, термостатах и грязенагревателях. Вместе с тем, в настоящее время успешно -применяют грязи меньшей температуры - 34-38° С и даже до 20° С *[холодная пелоидотерапии.*

Методика. В лечебной практике грязи применяют в виде общих грязевых ванн (применяются редко),, аппликаций и внутриполостных воздействий. В зависимости от решаемых задач различают общие, сегментарно-рефлекторные и местные грязевые аппликации.

К общим аппликациям относятся такие, которые захватывают свыше 1/4 части тела больного. Лечебную грязь накладывают ровным слоем на тело больного, исключая шею, голову и кардиальную область (рис. 135А). Сегментарно-рефлекторную аппликацию проводят путем, нанесения грязи на. области проекции соответствующих-спинно-мозговых сегментов*|на воротниковую, грудную и трусиковую зоны) (рис. 135Б). [Честные аппликации включают наслаивание грязи как непосредственно на область проекции очага'поражения»(или рядом*с ним), так и на-какую-либо часть тела: кисти (грязевые "перчатки") (рис. 135В), предплечья, ноги (грязевые "брюки")^ стопы и голени (грязевые "носки" и "сапожки").

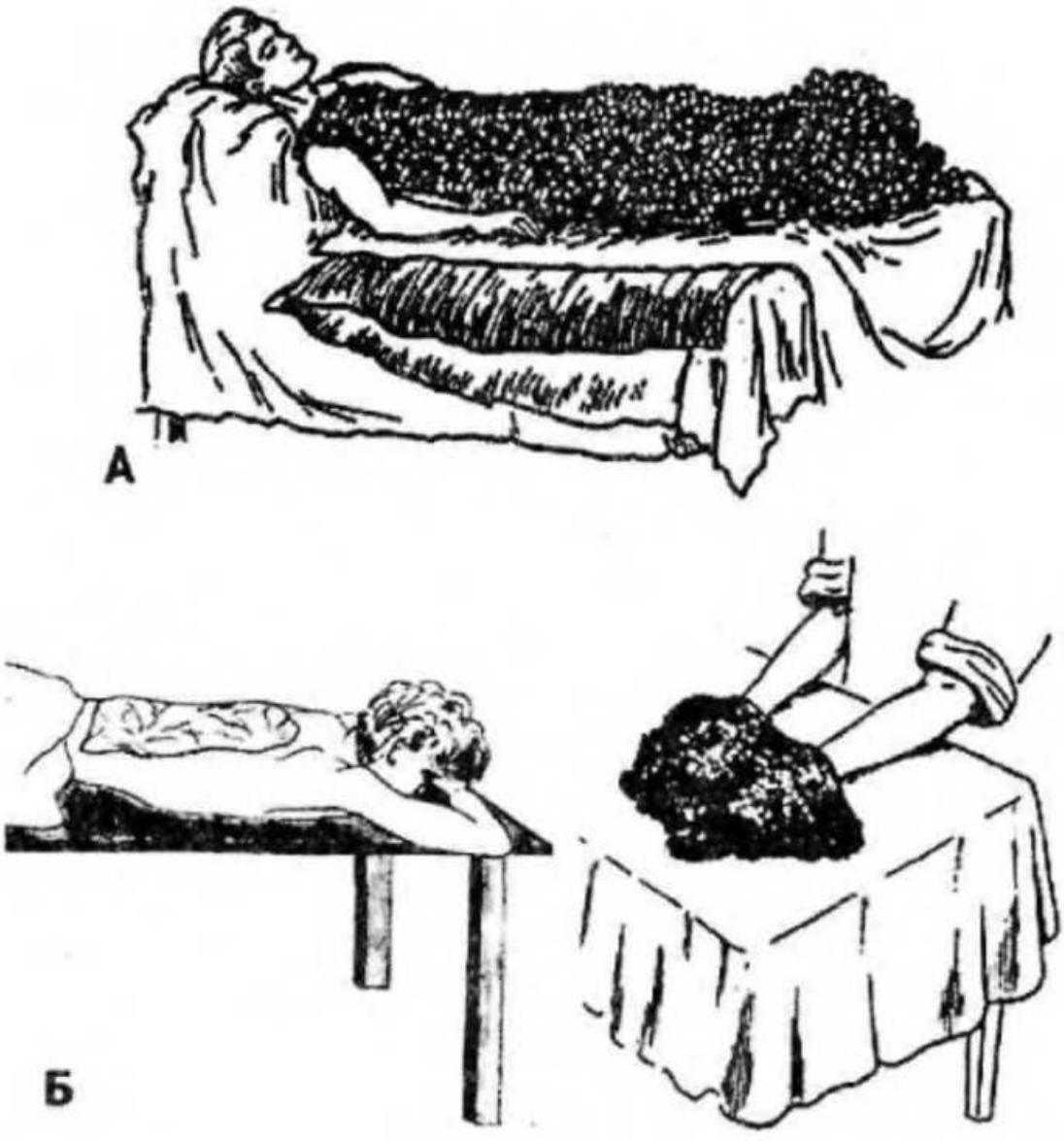


Рис. 135. Методики пелоидотерапии.
А - общая грязевая аппликация; Б - сегментарная грязевая аппликация; В - местная грязевая аппликация на кисти (грязевые "перчатки").

При проведении аппликаций на брезентовую простыню в зоне предполагаемого расположения области воздействия больного накладывают слой грязи толщиной 3-4 см. Затем эту область смазываю тонким слоем грязи и укладывают больного на грязевую массу. Подвергнутый воздействию лечебной грязи участок тела последовательно укутывают брезентовой простыней, клеенкой и одеялом. Во время проведения процедуры медицинская сестра периодически контролирует пульс и дыхание больного. После окончания процедуры больного раскутывают и снимают с него поверхностный слой грязи. Затем больной обмывается под

душем (температура 36-38° С), одевается и отдыхает 30-40 мин в постели.

Для внутриполостных воздействий применяют влагалищные и ректальные грязевые тампоны. Лечебную грязь предварительно стерилизует (кипячением), вводят в полости при помощи специального шприца. Расход грязи для влагалищного тампона не превышает 250 г, а ректального - 350 г. После завершения процедуры грязь из влагалища удаляют спринцеванием, а из прямой кишки - во время акта дефекации.

Разнообразные (фармакопейные и нефармакопейные) грязевые препараты и растворы применяют в виде компрессов, примочек, микроклизм, инъекций, ингаляций, влагалищных орошений, питьевых сред.

Пелоидотерапию сочетают с постоянными *(гальванопелоидотерапию и пелоэлектрофорез),* импульсными *(диадинамопелоидотерапия),* синусоидальными модулированными *(амплипульспелоидотерапию)* токами, высокочастотной магнитотерапией *(пелоиндукктотермия и гальванопелоиндуктотермия),* ультразвуковой терапией *(пелофонофорез),* баротерапией *[вакуумпелоэлектрофорез),* минеральными водами *{грязеразводные ванны температуры 36-38° С).*

Дозирование процедур пелоидотерапии осуществляют по температуре лечебной грязи или грязевого раствора, площади и продолжительности воздействия.

Продолжительность проводимых через день или с перерывом на 3-й день процедур - от 15-20 мин (сульфидная грязь) до 25-30 мин (сапропелевая и торфяная). Курс лечения составляет 12-18 процедур. Повторный курс общего грязелечения проводят через 5-6 мес, местного - через 2-3 мес.

ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСКА И ГЛИНЫ

Псаммотерапия - (греч. **ψαμμος** - песок) - лечебное применение нагретого песка.

Песок представляет собой обломки древних горных пород и состоит из кварца, слюды, вулканического стекла и других минералов. Обладает большой теплоемкостью, малой теплопроводностью и высокой гигроскопичностью, что обеспечивает высокую скорость потоотделения во время процедуры. Наряду с термическим фактором существенную роль при псаммотерапии играет механический фактор, обусловленный раздражением песчинками огромного механосенсорного поля кожи, содержащего свыше 10^7 механорецепторов. В результате возникающих местных рефлекторных реакций уменьшается возбу-

димость ноцицептианых проводников кожи, усиливается потоотделение (60-100 г за процедуру), активируются местные трофические и метаболические процессы в коже.

Лечебные эффекты и показания аналогичны парафинотерапии (см. *Термотерапия).*

Методика. Больной ложится на песчаный медальон толщиной 10-15 см и сверху его тело покрывают слоем песка толщиной 5-6 см, подогретого до 40-50° С *(песочные Ванны).* Для местных ванн применяют деревянные специально приспособленные ящики.

Длительность ежедневно или через день проводимых процедур - 15-20 мин. Курс лечения составляет 15-20 воздействий.

Гяииотерапия - лечебное применение глины.

Глина является продуктом тонкодисперсных осадочных отложений пресных водоемов и содержит различное число минералов и органических соединений. По своим термофизическим свойствам различные виды глины близки к иловым грязям и торфам. Они обладают большой пластичностью и малой гигроскопичностью. Для лечения применяют жирные глины различного цвета (желтого, серого, зеленого) без примеси песка, образующие в солевом растворе пластичную массу, хорошо прилегающую к телу.

Лечебные эффекты и показания аналогичны парафинотерапии (см. *Термотерапия).*

Методика. Глину, предварительно подогретую на водяной бане до температуры 42-46° С, наносят на подлежащий воздействию участок тела слоем 5-6 см. Длительность ежедневно или через день проводимых процедур - 20-40 мин. Курс лечения - 12-15 воздействий.

Рекомендуемая литература

Вайсфельд Д.Н., Голуб Т.Д. Лечебное применение грязей. Киев.: Здоровье, 1980.

Лещинский А.Ф., Зуза З.И. Пелоидо- и фармакотерапия при воспалительных заболеваниях. - Киев.: Здоровье, 1985.

Терентьева Л.А., Фриденберг Л.Л., Антропова М.И. Торфяные грязи и их применение в санаторно-курортном лечении. М.: Профиздат, 1985.

ГЛАВА 17

САНАТОРНО-КУРОРТНОЕ ЛЕЧЕНИЕ

ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ КУРОРТОВ

Курорт (нем. die Kuhr - лечение, der Ort - место) - освоенная и используемая в лечебно-профилактических целях особо охраняемая природная территория, располагающая *природными лечебными ресурсами* и необходимыми для их эксплуатации *зданиями и сооружениями, включая объекты инфраструктуры.*

На курорте для лечения и профилактики заболеваний используют *природные лечебные ресурсы - лечебный климат, минеральные воды, лечебные грязи, рапу лиманов и озер, а также другие природные объекты и условия.* Лечебные свойства природных объектов и условий устанавливают на основании научных исследований и многолетней практики. Курорты расположены на *лечебно-оздоровительных местностях* - территориях, обладающих природными лечебными ресурсами и пригодными для организации лечения и профилактики заболеваний. Для наиболее эффективного использования таких местностей в лечебных и оздоровительных целях необходимо наличие курортной инфраструктуры: лечебно-профилактических и культурно-бытовых учреждений, спортивных площадок, специально обученного медицинского и обслуживающего персонала и т.п.

В зависимости от географического расположения и характера климатических условий лечебно-оздоровительной местности в ней имеются один или несколько природных лечебных факторов. Исходя из их характера курорты делятся на:

- *климатолечебные,* основными лечебными факторами которых являются различные составляющие климата, что позволя-

ет широко использовать аэротерапию, гелиотерапию, талассотерапию и др.; в соответствии с природно-климатическими зонами такие курорты подразделяют на *равнинные, степные, пустынные, горные, приморские* и проч.);

- *бальнеолечебные,* основным лечебным фактором которых является минеральная вода разных типов, используемая для *наружного* (ванны, орошения) и *внутреннего* (питье, кишечное промывание) применения;

- *грязелечебные,* основным лечебным фактором которых является грязь разных типов (иловая, торфяная, псевдовулканическая);

- *смешанные,* на которых применяют комплекс природных лечебных факторов (итимато-бальнеолечебные, климато-бальнео-грязелечебные, климато-грязелечебные, бальнео-грязелечебные).

По степени эффективности природных лечебных факторов, уровню их освоенности и благоустройства курорты в соответствии с Федеральным законом "О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах" от 1.03.1995 года подразделяют на курорты и лечебно-оздоровительные местности *федерального, регионального и местного* значения. К первым из них относятся местности, обладающие редкими и особо ценными природными факторами, дающие высокий лечебный эффект, а также имеющие необходимую и достаточную инфраструктуру и общепризнанную известность. Они находятся в введении федеральных органов государственной власти. К курортам *федерального* значения относятся города-курорты Черноморского побережья Краснодарского края (Сочи, Адлер и др.), Минеральных Вод (Пятигорск, Кисловодск, Ессентуки, Железноводск), Нальчик, Сергиевские Минеральные воды, Белокуриха, курортная зона Санкт-Петербурга на побережье Финского залива, приморские курорты Калининградской области (Светлогорск, Зеленоград и др.). Курорты регионального значения находятся в установленном Законом порядке в введении федеральных органов государственной власти субъекта Российской Федерации. Курортный фонд Российской Федерации включает в себя 26 лечебно-оздоровительных местностей. Курорты *местного* значения определяются органами местного самоуправления в благоприятных ландшафтных и микроклиматических условиях вблизи крупных городов и промышленных зон.

Курортное лечение является важнейшим звеном в системе здравоохранения, а сами курорты - особо охраняемыми территориями, на которых должно быть обеспечен.' сохранение и рекреация природных лечебных факторов и общего экологического состояния. Федеральным законом "О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах" от 1.03.1995 года установлены требования по рациональному использованию и охране природных лечебных ресурсов на курортах. Порядок организации санитарной охраны курортов и лечебно-оздоровительных местностей и особенности режимов их функционирования определяет Федеральный закон "Об особо охраняемых природных территориях" от 22.03.1995 года.

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ САНАТОРНО-КУРОРТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ И ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ В НИХ ЛЕЧЕБНОЙ РАБОТЫ

На курортах имеется комплекс различных лечебно-профилактических учреждений - *санатории, лечебные пансионаты, курортные поликлиники лечебные пляжи, бюветы минеральных вод (рис. 136), ванные здания, грязелечебницы, солярии, аэрарии и бассейны для лечебного плавания.* На климатолечебных курортах имеются также *дома отдыха, турбазы, пансионаты и кемпинги.* На них отдыхают практически здоровые люди в период отпуска. Они используют различные элементы климата для коррекции своего функционального состояния, ускоренного восстановления работоспособности и закаливания организма.

Основным типом лечебно-профилактического учреждения на курорте является санаторий - стационарное учреждение, в котором наряду с природными физическими факторами в лечении больных используют искусственные факторы, диетотерапию (лечебное питание), лечебную физическую культуру (двигательные режимы и физические упражнения) и психотерапию. При обострении заболеваний, для усиления действия физических факторов и для профилактики метеопатических реакций в санатории может быть использовано медикаментозное лечение и постельный режим.



Рис.136. Питьевой бювет минеральной воды "Нарзан" в Кисловодске.

В зависимости от наличия природных физических факторов, условий их лечебного применения и квалифицированных кадров каждый санаторий имеет свой специализированный медицинский профиль. С учетом структуры заболеваемости населения удельный вес санаториев для лечения больных с заболеваниями различных органов и систем организма неодинаков. Более половины всех санаториев предназначены для лечения больных с заболеваниями органов кровообращения и пищеварения.

Некоторые санатории расположены вне курортов, вблизи от места жительства больных. Такие местные санатории предназначены для лечения метеопатических больных, поездка которых на отдаленные курорты связана с риском ухудшения состояния их здоровья. Показания для направления в них гораздо шире, чем в отдаленные санатории.

В организации лечебной работы санатория должны соблюдаться следующие *принципы.*

- санаторно-курортное лечение должно быть тесно связано с предшествующим лечением в стационаре или поликлинике и являться одним из этапов медицинской реабилитации больного;

- состав больных санатория строго ограничивается его медицинским профилем, определяющим показания для направления в данный санаторий;

- предварительное обследование больных с установлением точного диагноза, что исключает или существенно уменьшает

диагностическую работу и создает предпосылки для максимально раннего начала курортной терапии;

- строго определенный срок пребывания больных в санатории (обычно в период очередного отпуска);

- наличие необходимой лечебно-диагностической базы, специалистов определенного профиля и комплекса лечебных мероприятий, которые соответствуют медицинскому профилю санатория.

Сроки лечения больных в санаториях зависят от характера заболевания и природных лечебных факторов данного курорта. Для лечения большинства заболеваний в санатории они составляют 24-26 суток. Для больных костно-суставным туберкулезом и с поражениями центральной нервной системы срок пребывания в санатории составляет 45 суток, а при для лечения воспалительных заболеваний почек - 48 суток.

Оценку результатов проведенного лечения проводят по *критериям эффективности санаторно-курортного лечения,* приведенных в методических указаниях МЗ СССР (1984). Они учитывают субъективные и объективные показатели состояния здоровья больного с указанием определенной степени. Ввиду того, что при хроническом течении заболеваний выраженных изменений в состбянии здоровья больных сразу после курортного лечения часто не происходит, критерии оценки имеют три градации - "улучшение", "без изменений" и " ухудшение". При окончательной оценке необходимо учитывать также динамику основных симптомов данного заболевания. Через год после санаторно-курортного лечения врач поликлиники по месту жительства оценивает эффективность предшествующего лечения больного с отметкой в его карте "стойкое (нестойкое) улучшение".

Для больных, не нуждающихся в постоянном медицинском наблюдении, проводится амбулаторно-курсовочное лечение в *курортных поликлиниках* и *лечебных пансионатах.* Назначенное лечение проводят в климатолечебных павильонах, бальнеогрязелечебницах, бюветах питьевых минеральных вод, ингаляториях и других курортных учреждениях, расположенных как на базе санаториев, так и на территории курорта.

На курортах расположены и многие *дома отдыха,* в которых отдыхающие не получают специального лечения. Эти учреждения предназначены преимущественно для организованного активного отдыха в наиболее благоприятных условиях. Комплекс проводимых в них оздоровительных мероприятий позволяет в

кратчайшие сроки восстановить работоспособность и реактивность переутомленного организма. Кроме данных учреждений для полноценного отдыха и восстановления психоэмоционального статуса используют туристические базы и оздоровительные лагеря, многие из которых также расположены на курортах.

ПОРЯДОК ОТБОРА И НАПРАВЛЕНИЯ БОЛЬНЫХ НА САНАТОРНО-КУРОРТНОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Преемственность между стационарным (поликлиническим) и санаторно-курортным лечением достигается путем организации строгого медицинского отбора больных, нуждающихся в курортном лечении и организованном отдыхе.

Отбор лиц, нуждающихся в санаторно-курортном лечении, производится *лечащим врачом* и *заведующим отделением* лечебно-профилактического учреждения (стационара, поликлиники, женской консультации, диспансера, медицинской части), в котором лечится больной. В своей работе они руководствуются "Правилами медицинского отбора и направления больных (взрослых, подростков и детей) на санаторно-курортное и амбулаторно-курортное лечение", утвержденными Министерством здравоохранения СССР 16.05.1983 г.

В решении вопроса о целесообразности лечения на курортах необходимо учитывать сопутствующие заболевания больного, которые не должны являться противопоказаниями для направления в данный санаторий, контрастность климатогеографических условий, особенности гидроминеральных ресурсов курорта и тяжесть переезда для больного. При наличии тяжелого заболевания или малых сроках реабилитации показано направление больных преимущественно в местные санатории.

При наличии показаний к санаторно-курортному лечению больному выдается медицинская справка для получения путевки (см. *Приложение 1),* в которой указан диагноз заболевания, содержатся рекомендации о виде лечения (санаторно-курортном или амбулаторно-курортном), медицинском профиле санатория, его месторасположении (отдаленный или местный), желательном сезоне для лечения и названии курорта и его аналогов. Срок действия справки 2 мес со дня выдачи. Справка является меди-

цинским основанием для получения путевки, но не для поступления в санаторий.

По получении путевки больной является к лечащему врачу для определения перечня необходимых лечебно-диагностических мероприятий, которые он должен пройти перед направлением в санаторий. Такой перечень включает клинические анализы крови и мочи, ЭКГ, рентгенологическое исследование органов грудной клетки и консультацию гинеколога (для женщин). В необходимых случаях для уточнения диагноза основного и сопутствующих заболеваний проводят специальные исследования и консультации специалистов в соответствии с профилем санатория. На основании данных медицинского обследования при отсутствии отклонений в текущем состоянии здоровья, исключающих направление *в* санаторий, лечащий врач заполняет и выдает больному санаторно-курортную карту (см. *Приложение 2),* подписанную им и начальником отделения. В ней отражают анамнез, данные осмотра специалистов, результаты анализов и инструментальных исследований.

При решении вопроса о направлении больных в санатории лечащий врач должен учитывать требования *"Показаний и противопоказаний к санаторно-курортному лечению взрослых, детей и подростков"* утвержденных Министерством здравоохранения СССР 22.03.1984 года. Они определяют также общие противопоказания, исключающие направление больных взрослых и подростков на курорты и в местные санатории.

1. Все заболевания в острой стадии, хронические заболевания в стадии обострения или осложненные острогнойными процессами.

2. Острые инфекционные заболевания до окончания срока изоляции.

3. Все венерические заболевания *в* острой или заразной форме.

4. Психические заболевания, все формы наркомании и хронический алкоголизм, эпилепсия.

5. Злокачественные новообразования (после радикального лечения при удовлетворительном состояния больные могут направляться только в местные санатории),

6. Все болезни крови в острой стадии и стадии обострения.

7. Кахексия любого происхождения.

8. Все больные, требующие стационарного лечения или хирургического вмешательства, а также не способные к самостоя-

тельному передвижению, нуждающиеся в постоянном уходе (кроме спинальных больных, направляемых в специализированные санатории).

9. Эхинококк любой локализации.

10. Часто повторяющиеся или обильные кровотечения различного происхождения.

11. Нормальная беременность (на климатолечебные курорты - с 26 недели).

12. Все формы туберкулеза в активной стадии (кроме специализированных санаториев).

При поступлении больного в санаторий он предъявляет путевку, паспорт и *санаторно-курортную карту.* На основании первичного и последующего углубленного осмотра врачами больному заполняют историю болезни и выдают курортную книжку, в которой отмечают порядок и последовательность приема процедур, необходимый двигательный режим и диету. Характер и результаты проведенного лечения, а также рекомендации по дальнейшей реабилитации больного отражают в отрывном талоне санаторно-курортной карты, который по возвращении из санатория предъявляется больным в лечебное учреждение, выдавшее санаторно-курортную карту.

Рекомендуемая литература

Закон Российской Федерации "О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах" от 1.03.1995. - М., 1995.

Курорты Эциклопедический словарь. М.,1983.

Критерии эффективности санаторно-курортного лечения. Метод, указания МЗ СССР, М., 1984.

"Правила медицинского отбора и направления больных (взрослых, подростков и детей) на санаторно-курортное и амбулаторно-курортное лечение". Утв. МЗ СССР 16.05.1983. - М., 1983.

Справочник по санаторно-курортному отбору /Под. ред. В.М.Боголюбова. - М.:Медицина, 1986.

РАЗДЕЛ V. ЛЕЧЕБНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ И ПРОФИЛАКТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ

ГЛАВА 18
ФИЗИОТЕРАПИЯ В СИСТЕМЕ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ И ПРОФИЛАКТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Наряду с лечением больных, искусственные и особенно природные лечебные факторы применяют для медицинской реабилитации больных, профилактики различных заболеваний, а также закаливания организма. Анализ приоритетов цивилизованных стран, среди которых ведущие позиции занимает здоровье населения, обусловил осознанное понимание роли и значения лечебных физических факторов в рамках схемы понятий: *здоровье-успех-процветание.* В этих условиях происходит смещение акцентов в системе взглядов на здоровье в пользу восстановления максимально возможной функциональной активности, что составляет основу *медицинской реабилитации* больного. Указанная тенденция проявляется также в превентивном применении лечебных физических факторов для профилактики заболеваний и неблагоприятных реакций здорового организма. Последнее составляет основу одного из разделов физиотерапии - *физиопрофилактики.*

ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Научно-техническая революция и увеличение скорости и объема информационных потоков в современном обществе обусловливают высокие требования к интеллектуальному и физическому развитию населения. Однако неблагоприятная демографическая

и экологическая ситуация, наряду с высокими темпами урбанизации, создает предпосылки для ухудшения здоровья населения России, отрицательно влияет на генофонд нации. В связи с этим возникает проблема быстрого возвращения опытных и квалифицированных кадров к активной профессиональной деятельности. В этих условиях для здравоохранения приоритетное значение приобретает комплекс патогенетически обоснованных мероприятий, объединенных понятием "реабилитация".

По определению ВОЗ, реабилитация - это координированное применение медицинских, социальных, педагогических и профессиональных мероприятий в целях подготовки (переподготовки) индивидуума на оптимум трудоспособности. Ее конечной- *целью* является социальная интеграция больного, который является *объектом* реабилитации. При этом врачи проводят только медицинскую часть реабилитационной программы, которая обозначается как "медицинская реабилитация .

Данное понятие вошло в медицинскую терминологию в конце 60-х годов. Вводя его в свой обиход, медики стремились привлечь внимание общества к необходимости продолжения лечебных мероприятий после окончания пребывания больного в стационаре, то есть тогда, когда решена задача сохранения жизни и поддержания структурно-функциональной целостности пораженных органов и тканей. Ранее указанные мероприятия были объединены понятием *"восстановительное лечение".* В настоящее время оно является завершающей частью медицинской реабилитации, которая начинается с *первых дней* лечения больного в стационаре.

Сложившиеся к настоящему времени научные представления диктуют необходимость ее проведения в несколько *этапов* с четким разделением каждого из них. По содержанию лечебных мероприятий выделяют три *этапа* медицинской реабилитации:

- лечебно-щадящий *(госпитальный);*
- функционально-тренирующий *(амбулаторно-поликлинический);*
- этап активного восстановления функций *(санаторно-курортный).*

Удельный вес физиотерапевтической помощи на этих этапах различен и существенно возрастает в период активного восстановления трудоспособности больных, т.е. тогда, когда решена задача сохранения жизни и функций пораженных органов и тканей.

В соответствии с принятой Министерством здравоохранения и медицинской промышленности России системой медицинской реабилитации ее первый этап проводят в специализированных лечебных и реабилитационных отделениях стационаров (больниц и клиник), второй - в региональных центрах медицинской реабилитации и реабилитационных центрах поликлиник, а третий - в санаториях соответствующего медицинского профиля. Координацию взаимодействия между различными этапами медицинской реабилитации осуществляет лечащий (семейный) врач больного.

Результаты теоретических и клинических исследований ученых и специалистов позволили сформулировать следующие принципы медицинской реабилитации больных:

- единства этиопатогенетической и симптоматической терапии (однонаправленность этапов медицинской реабилитации);
- индивидуализации конкретных программ медицинской реабилитации;
- курсового проведения реабилитационных мероприятий на разных этапах;
- последовательного использования лечебных режимов возрастающей интенсивности на каждом этапе медицинской реабилитации;
- оптимального сочетания применяемых лечебных физических факторов и фармакологических препаратов;
- динамического проведения этапов медицинской реабилитации, последовательность прохождения которых может быть различной в зависимости от патологии;
- комплексного использования различных средств и методов в программах медицинской реабилитации.

Суть медицинской реабилитации на госпитальном этапе составляет комплексное лечение на основе некоторых из изложенных принципов, включающее в себя взаимосвязанные блоки различных видов терапии. Индивидуальную программу медицинской реабилитации на данном этапе разрабатывает и контролирует совместно с организованной группой специалистов клиники *лечащий врач больного.* Она должна включать в себя автоматизированную мультипараметрическую оценку функционального состояния больного, диетотерапию, медикаментозную терапию, физио- и психотерапию и психокоррекцию, лечебную физическую культуру (лечебный режим, физические упражнения) и некоторые специальные методы (фитотерапию, гравитационную хирургию крови, санационную бронхоскопию, внутриорганную эндолазеротерапию, вытяжение позвоночника и другие).

Удельный вес физиотерапии в общем объеме лечебных мероприятий госпитального этапа медицинской реабилитации не превышает 10-30%. Проводимое иногда выделение одного из разделов программы в самостоятельный вид реабилитации (например, физиотерапевтической, иммунологической, психофизиологической и т.д.) необоснованно, исходя из приведенного выше определения реабилитации как *комплексной программы.*

Известно, что *структура* реабилитационной программы определяется преимущественно *профилем* лечебного стационара и наличием показаний к применению перечисленных методов. Анализ накопленного клинического опыта и приоритетов клинической медицины показывает, что создание реабилитационных отделений целесообразно, прежде всего, в кардиологических, неврологических и травматологических стационарах. Именно в них существует острая необходимость раннего начала реабилитационных мероприятий, промедление с проведением которых может привести к устойчивой утрате трудоспособности и инвалидизации больных.

В период реконвалесценции у больных на *амбулаторно-поликлиническом этапе* наблюдается дистрофия пораженных органов со снижением массы тела и иммунодефициты различной степени, обусловливающие снижение неспецифической резистентности организма. Для этих лиц характерна патогенетическая связь с изменениями острой фазы соматического заболевания и повреждения, сочетание местных и общих патологических последствий болезни, преимущественно функциональный характер патологии, с нарушениями психо-эмоционального статуса и вегетативной нервной системы, незначительная выраженность клинических симптомов при значительном функциональном дефекте и сохранении патогенетических звеньев болезни, изменения иммунного статуса и трофики пораженных органов и тканей, неодинаковый удельный, вес патологии различных органов и систем при их сочетанием повреждении и мультиморбидность с феноменом "отягощения" основного заболевания сопутствующей патологией.

Доля лечебных физических факторов в коррекции функционального состояния реконвалесцентов на амбулаторно-поликлиническом этапе увеличивается до 40-70%. Наряду с ними, на данном этапе существенно расширяется выбор средств и методов лечебной физической культуры, психокоррекции (формирования сенсорного образа профессиональной деятельности) и иммуномодуляции.

Основополагающими принципами физиотерапии на этом этапе являются увеличение физических нагрузок и реализация мероприятий по- активному восстановлению трудоспособности (навыков соответствующей специальности). Они должны быть направлены на:

индивидуализацию физиотерапевтического воздействия (широкое использование аппаратов с биологической обратной связью^

- стимуляцию и коррекцию регуляции функционирования жизненно важных функций организма, так как именно нарушение их регуляции является основным звеном патогенеза большинства соматических заболеваний;
- постепенное увеличение удельного веса раздражающих физических стимулов в сочетании со снижением количества обезболивающих процедур;
- высокую точность и неинвазивность воздействий (использование методов пунктурной физиотерапии);
- переход от использования высокоинтенсивных физических факторов к низкоинтенсивным и увеличение их терапевтической эффективности (за счет расширения частотного диапазона воздействия);
- использование методов подпороговой стимуляции сенсорных систем организма, направленных на повышение различных видов чувствительности.

Координацию и ответственность за проведение медицинской реабилитации на данном этапе несет *врач-специалист поликлиники.* Под его непосредственным руководством состав и последовательность используемых на данном этапе методов реабилитации оформляют в виде *комплексной реабилитационной программы,* содержащей перечень методик и сроки текущего и заключительного медицинского контроля. Коррекция выполняемой реабилитационной программы производится на основе текущего контроля, а оценка эффективности - на основе заключительного. Итоговый результат как системообразующий фактор данного этапа ("квант действия" функциональной системы) имеет кардинальное значение. Он оценивается на основании субъективных ощущений больного, объективных параметров функционального состояния и научного сопоставления реально достигнутого результата с ожидаемым. Исходя из теоретических представлений о сроках восстановления функций у больных, в соответствии с продолжительностью формирования кратковременной и долговременной адаптации больного, текущий контроль эффектов-

ности медицинской реабилитации может быть осуществлен минимальным числом хорошо апробированных методов оценки систем жизнеобеспечения организма (измерение частоты пульса, дыхания, артериального давления, температуры тела, ЭКГ, спирография, функциональные пробы)-

На санаторно-курортном этапе реконвалесценты подлежат направлению в специализированные санатории. Вместе с тем, больные кардиологического профиля (после инфаркта миокарда) направляются на санаторно-курортный этап реабилитации в специализированные реабилитационные отделения санаториев, минуя поликлинический. Доля лечебных физических факторов на санаторно-курортном этапе медицинской реабилитации максимальна и достигает 80-90% в общем объеме лечебных мероприятий.

Совершенствование физиотерапевтической помощи на санаторно-курортном этапе должно идти по пути увеличения веса активных физических факторов и уменьшения пассивных. Необходимо постепенное нарастание объ*ема физических упражнений и усиление их тяжести с последующим переходом в физическую подготовку. Лечебная физкультура должна сочетаться здесь преимущественно с природными лечебными факторами. Искусственные факторы применяют лишь в случае обострения болезни и на начальном этапе акклиматизации.

ФИЗИОПРОФИЛАКТИКА

Физиопрофилактика - использование укрепляющего и тренирующего эффектов лечебных физических факторов для профилактики заболеваний человека.

Организм человека в процессе своей жизнедеятельности постоянно подвергается воздействию различных, в том числе и неблагоприятных, факторов внешней среды. К последним относят холодный и горячий воздух и воду, пониженное давление атмосферы, ионизирующие и неионизирующие излучения и различные токсины. В процессе своего развития у человека вырабатывается устойчивость к их воздействию - естественная и приобретенная *резистентность* организма. Для ее повышения, наряду с различными химическими веществами (адаптогенами, психостимуляторами, актопротекторами), применяют и лечебные физические факторы. Их использование для повышения функциональных резервов организма и его устойчивости *к* неблагоприятному дей-

ствию факторов окружающей среды путем тренирующего воздействия составляет содержание понятия *закаливание.*

В основе закаливания организма лежит приспособление организма к изменяющимся условиям существования (адаптация к факторам внешней среды), суть которых составляет совокупность выработанных в процессе эволюции морфофункциональных изменений, направленных на сохранение относительного постоянства внутренней среды - гомеостазиса. Большое значение этим процессам придавал И.П.Павлов, справедливо утверждавший, что "вся деятельность человека - это есть вечное и бесконечное приспособление".

Вызванная лечебными физическими факторами активация центральных стресс-лимитирующих систем (опиоидергической, серотонинергической и др.) и локальных нейро-эндокриных модуляторов (аденозин, простогландины, антиоксиданты и др.) блокирует выделяющиеся при действии неблагоприятных факторов стресс-гормоны и обесггечивает перекрестный защитный эффект адаптации организма к разномодальным факторам внешней среды. Автор концепции стресса Г.Селье обозначил этот феномен как "общий адаптационный синдром". Важную роль в нем играют накапливающиеся при действии физических факторов особые стресс-белки (с молекулярной массой 70-72 кД), которые предотвращают денатурацию мембранных белков и защищают субклеточные структуры от повреждения (феномен адаптационной стабилизации биологических структур).

Долговременная адаптация достигается в процессе длительной и целенаправленной тренировки механизмов приспособления. При этом из-за последействия при повторных воздействиях в организме формируются условно-рефлекторные связи в функциональных системах, которые отвечают на него.

Лечебные физические факторы используют преимущественно для профилактики различных заболеваний и повышения защитных сил организма *{первичная- физиопрофилактика).* Кроме того, их применяют для предупреждения прогрессирования и купирования основных проявлений начавшегося заболевания *(вторичная физиопрофилактика).*

Проведение закаливания основано на общих принципах тренировки, следование которым существенно[1] повышает его эффективность. Среди этих принципов необходимо отметить:

- систематически повторяющееся, длительное и непрерывное воздействие на организм лечебных физических факторов постепенно повышающейся интенсивности;

- правильный выбор зоны воздействия и комбинирования местного-и общего закаливания^

- учет индивидуальных особенностей организма (пола, возраста, анамнеза, резистентности и чувствительности к природным факторам) и условий его работы и жизни;

- соответствие интенсивности воздействия лечебных физических факторов функциональным возможностям организма и степени развития компенсаторно-приспособительных реакций;

- многофакторность закаливающего воздействия.

На основе данных принципов разрабатывается соответствующий индивидуальный режим закаливания, включающий лечебные физические факторы и физические упражнения.

Для закаливания организма применяют преимущественно климатические факторы - воздух, Солнечное излучение, морскую воду - *(климатопрофилактика).* Это обусловлено тем, что в процессе эволюции человека в нем развились соответствующие адаптационные механизмы к климатопогодным факторам внешней среды. В связи с этим, климатические факторы являются наиболее адекватными и эффективными для тренировки приспособительных механизмов и способствуют максимальному восстановлению связей организма с внешней средой. Наряду с природными, для физиопрофилактикм успешно применяют и искусственные физические факторы - пресную воду, импульсные токи, ультрафиолетовое излучение и другие. При этом необходимо помнить, что краткие, но частые воздействия более эффективны, чем длительные и редкие. Прекращение закаливающих процедур даже на небольшой период приводит к компенсаторному повышению чувствительности организма к факторам внешней среды.

Для повышения *неспецифической резистентности* организма к факторам внешней среды широко применяют солнечные ванны суммарной радиации *(гелиопрофилактика)* по режимам умеренного и выраженного воздействия (см. табл. 21). Наряду с ними, широко используют средневолновые ультрафиолетовые облучения по ускоренной схеме (см. табл. 10), АУФОК и АЛОК (см. *Фототерапия),* транскраниальную электроанальгезию и электросонтерапию (см. *Импульсная электротерапия),* трансцеребральную УВЧ-терапию (см. *Ультравысокочастотная терапия)* аэроионотерапию (см. *Аэроинотерапия),* кислородные и жемчужные ванны, электрофорез кальция, магния, серы, йода и брома по эндоназальной и трансорбитальной методикам, дибазола и пантокрина - по сегментарным.

В целях повышения устойчивости организма к *холоду* и *теплу* широко применяют круглосуточную аэротерапию, воздушные ванны, аэрофитотерапию и купания в естественных водоемах по режимам средней и максимальной холодовой нагрузки (см. табл. 22), В профилактических целях также используют вибротерапию, самомассаж, частичные и полные обтирания, обливания, различные души, контрастные и местные термические ванны (хождение босиком, ванны для ног и стоп), сауну. Применение для закаливания организма воздушных ванн и сна на открытом воздухе особенно эффективно в холодный период года, когда люди большую часть времени проводят в закрытых помещениях. Значительный контраст температуры тела и окружающей среды обеспечивает выраженную тренировку механизмов адаптации к термическим факторам и закаливание организма. Они еще более выражены при использовании воды, обладающей большей теплоемкостью, чем воздух. Максимальным закаливающим действием обладают обтирание снегом и зимние купания в холодной воде открытых водоемов ("моржевание").

Закаливание к *пониженному атмосферному давлению* атмосферного воздуха проводят на горных курортах и методами гипобаротерапии и нормобарической гипокситерапии. В их основе лежит тренировка деятельности организма в условиях гипоксической гипоксии.

Для закаливания организма к *неионизирующему излучению* Солнца и других источников используют солнечные ванны постепенно повышающейся интенсивности, длинноволновое ультрафиолетовое облучение. Профилактические солнечные (средневолновые ультрафиолетовые) облучения показаны прежде всего лицам, условия жизни и деятельности которых связаны со световым голоданием. Существенное ослабление эффектов различных участков солнечного излучения лежит в основе протективного применения искусственных источников оптического излучения для закаливания организма к высокоинтенсивному излучению Солнца.

Повышение устойчивости организма к *ионизирующему излучению* осуществляют при помощи лекарственного электрофореза лития, кальция, магния, йода и брома по эндоназальной и трансорбитальной методикам (см. *Постоянная электротерапия),* высокочастотного магнитного поля на область тимуса (см. *Фототерапия),* оксигенобаротерапии (см. *Баротерапия),* аэроионотерапии (см. *Аэроионотерапия),* кислородных, жемчужных, скипидарных, углекислых и йодобромных ванн.

Для предупреждений метеопатических реакций *(метеопрофилактика)* используют весь арсенал климатотерапии, которую назначают больному с учетом индивидуальных показаний. Плановую профилактику необходимо особенно тщательно проводить в периоды неустойчивой погоды - ранней весной и поздней осенью *{сезонная метеопрофилактика).* При неблагоприятном метеомедицинском прогнозе изменяют лечебный режим и снижают интенсивность применяемых лечебных физических факторов, проводят мероприятия по предупреждению перегревания или переохлаждения организма метеолабильного человека.

Эффективность закаливания существенно повышается при сочетанием воздействии на организм лечебных физических факторов и лечебной физической культуры (утренняя гигиеническая гимнастика, физические упражнения). Для правильного проведения закаливания необходим регулярный врачебный контроль и самоконтроль.

Объективными показателями эффективности закаливания являются снижение амплитуды температурной реакции и ускорение восстановления исходной температуры кожи на холодовой фактор фиксированной интенсивности, выравнивание температуры кожи на обычно закрытых и открытых участках тела, снижение амплитуды реакций пульса, артериального давления и газообмена в процессе курса закаливающих процедур. Наряду с ними, учитывают также ослабление субъективных ощущений, связанных с определенной степенью охлаждения (онемение пальцев, озноб и др.).

Рекомендуемая литература

Бокша В.Г. Проблема адаптации и курортное лечение. М.: Медицина, 19Й9.

Коган О.Г., Найдин В.Л. Медицинская реабилитация в неврологии и нейрохирургии. -М.: Медицина, 1988.

Немедикаментозное лечемие в клинике внутренних болезней /Под ред. Л.А.Серебримой, Н.Н.Середюка, Л.Е.Михно. - Киев, 1995.

Николаева Л.Ф., Аронов Д.М. Реабилитация больных ишемической болезнью сердца: Руководство. - *М.:* Медицина, 1988.

Парфенов А.П. Закаливание организма. -М.:Медицина, 1972.

Скурихина Л.А. Физические факторы в лечении и реабилитации больных заболеваниями сердечно-сосудистой системы. М.:Медицина, 1979.

ГЛАВА 19

ОРГАНИЗАЦИЯ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ В ЛЕЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ (КАБИНЕТА)

В практике врача любой специальности наряду с медикаментозным лечением широкое применение находят и лечебные физические факторы. В комплексном лечении больных с острыми заболеваниями, обострениями хронических патологических процессов, последствиями травматических повреждений и функциональных нарушений они часто играют ведущую роль. Для этих целей в составе госпитальных, амбулаторно-поликлинических учреждений и санаториев развертываются *физиотерапевтические отделения (кабинеты),* в которых оказывается физиотерапевтическая помощь больным и реконвалесцентам. Физиотерапевтическая **помощь** является разновидностью специализированной медицинской помощи, оказываемой населению врачами-физиотерапевтами с использованием природных и искусственных лечебных физических факторов. В ней нуждается примерно 60% больных, находящихся на стационарном лечении, не менее 80% больных, находящихся на амбулаторном и практически все больные, направленные в санаторий.

По отраслевому стандарту ОСТ 42-21-16-86 "ССБТ. Отделения, кабинеты физиотерапии, общие требования безопасности" (1986 г.), введенному в действие приказом Министерства здравоохранения СССР N1453 от 4.11.86 г., физиотерапевтическое отделение развертывается в наземных этажах лечебного учреждения.

Аппаратурное оснащение, организационно-штатная структура и объем работы физиотерапевтического отделения (кабинета) определяются коечной емкостью стационара или амбулатории и их медицинским профилем. В его состав могут входить кабинеты постоянных, импульсных, низко- и выскокочастотных токов, фототерапии, лечебного массажа, термотерапии, баротерапии, ингаляторий, водолечебница с ваннами и залом лечебных душей, кабинет кишечных промываний-орошений, бассейн для подводного душа-массажа и лечебного плавания, грязелечебница и радонолечебница. Допускается размещение в одном помещении аппаратов для электро- и фототерапии, а в одной кабине (длиной 2,2 м, шириной - не менее 1,8 м) - одного стационарного и двух переносных аппаратов.

Руководство работой физиотерапевтических отделений (кабинетов) и ответственность за качество лечения несет заведующий отделением (врач кабинета), а при его отсутствии - один из врачей, прошедших специальную подготовку по физиотерапии.

Физические факторы для лечения больных должны назначаться врачом-физиотерапевтом по согласованию с лечаидим врачом больного. Зачастую это правило подменяют постулатом о ведущей роли лечащего врача в назначении процедур, как несущего юридическую ответственность за состояние больного. В этих случаях физиотерапевту отводят функции обеспечения выполнения назначений лечащего врача, контроля прописи его назначений и необходимой коррекции после согласования с ним. Не противопоставляя врачей-специалистов лечащим врачам, необходимо отметить низкую эффективность физиотерапевтических назначений последними. По справедливому замечанию одного из основоположников отечественной физиотерапии С.С.Лепского (1937г) "Врачи, не имеющие достаточных познаний в области физиотерапии и направляющие больных для проведения специального физиотерапевтического лечения, поступают неправильно, предписывая врачу-физиотерапевту в определенной форме не только метод лечения, но и его дозировку... Непонятно, почему тот или иной врач, посылающий больного к рентгенологу для рентгенотерапии, не рискует позволить себе предложить методику и технику лечения, а, направляя больного к физиотерапевту, он не стесняется предписывать, чем и как нужно лечить. Такого рода установка является абсолютно неправильной." Исходя из этого, лечащие врачи должны *рекомендовать,* но не *назначать* метод лечения. Для назначения физиотерапевтических процедур

целесообразно направление больных на консультацию врача-физиотерапевта.

После консультации больного врач-физиотерапевт делает соответствующую подробную запись в графе назначений с указанием названия процедуры, зоны воздействия, методики, дозировки и количества процедур. На основании записи в истории болезни или амбулаторной карте в физиотерапевтическом отделении (кабинете) врач-физиотерапевт заполняет процедурную карту по форме N44у (см. *Приложение 3).* В ней медицинская сестра ведет учет каждой проведенной процедуры с указанием фактических дозировок физических факторов и продолжительности воздействия. После окончания курса лечения процедурная карта хранится в физиотерапевтическом отделении в течение года. Для количественного и структурного анализа работы физиотерапевтического отделения (кабинета) медицинские сестры ведут журналы ежедневного учета работы отдельных кабинетов.

Физиотерапевтические процедуры проводят средние медицинские работники, прошедшие специальную подготовку и имеющие удостоверение об окончании курсов специализации по физиотерапии. Перед началом курса лечения первичных больных знакомят с правилами приема процедур. Отмечают, что их нецелесообразно проводить сразу после еды (в первые 1-2 часа) или натощак. Во время процедуры больной не должен спать, читать, притрагиваться к аппаратам, самостоятельно регулировать параметры лечебного воздействия факторов. После процедуры больному рекомендуют отдых в течение 30-40 мин в холлах отделения. Пациента знакомят с характером возникающих при проведении процедуры ощущений, а при необходимости - разъясняют цель лечения.

Оценку работы физиотерапевтического отделения (кабинета) проводят по двум основным показателям. Первый из них *суммарный охват больных физическими методами лечения* - определяется процентным соотношением количества лечившихся в отделении больных к общему количеству больных, пролеченных в етационаре (санатории) или первичных посещений в поликлинике. В среднем охват больных физическими методами лечения составляет для стационаров - 40-60%, поликлиник - 20-30%, санаториев - 50-70%. Второй показатель - *количество процедур на одного лечившешосй больного* - составляет для стационаров и санаториев 15 - 20, а поликлиник 10-12 процедур.

Норма нагрузки врачей-физиотерапевтов в соответствии с Приказом Министерства здравоохранения СССР N1000 от 23.09.1981 г составляет 5 больных в час (40 больных в день). Количество условных физиотерапевтических единиц при выполнении одной процедуры определено Приказом Министерства здравоохранения СССР N1440 от 21.12.84 г. Норма нагрузки среднего медперсонала составляет 15000 условных процедурных единиц в год. За нее принимают время (8 мин), необходимое для подготовки и проведения физиотерапевтической процедуры с соответствующим коэффициентом сложности. Норма нагрузки медицинской сестры по массажу составляет 30 условных массажных единиц за рабочий день (6,5 час), а их количество при выполнении процедур определяется Приказом Министерства здравоохранения СССР N 817 от 18.06.87 г.

Технический контроль, обслуживание и ремонт физиотерапевтической аппаратуры осуществляют лица со специальным образованием - медтехники (инженеры) мастерских по ремонту медицинской аппаратуры системы "Росмедтехника". Профилактический осмотр аппаратуры проводится не реже одного раза в две недели. Учет почасовой работы физиотерапевтической аппаратуры осуществляют медицинские сестры з паспортах аппаратов ежеквартально.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР

Современные аппараты для физиотерапии являются источниками электрических токов и электромагнитных полей, которые при неосторожном и неумелом использовании могут вызывать повреждение тканей организма и нежелательные изменения здоровья как больных, так и обслуживающего персонала Пренебрежение правилами их эксплуатации может привести к поражению организма электрическим током (электротравме), отморожению, ожогам, баротравме, отравлению химическими веществами (сероводородом), облучению радиоактивными веществами (радон).

Для профилактики таких нежелательных последствий необходимо строгое соблюдение и выполнение персоналом физиотерапевтических отделений (кабинетов) "Правил техники безопасности при эксплуатации изделий медицинской техники в учреждениях здравоохранения. Общие требования.", утвержденных Министерством здравоохранения СССР 27.08.85 г. Для проведения процедур следует использовать оборудование и аппара-

туру, разрешенную к применению Министерством здравоохранения РФ и соответствующую нормативно-технической документации на данные изделия медицинской техники.

Безопасность работы в отделении, согласно ОСТ 42-21-16-86, достигается:

- технологически и санитарно-гигиенически обоснованным размещением , планировкой и отделкой помещений;
- рациональной организацией работы;
- рациональной организацией рабочих мест;
- использованием исправной аппаратуры и защитного оборудования, отвечающих требованиям безопасности;
- соблюдением правил эксплуатации электроустановок, коммуникаций и оборудования;
- обучением персонала безопасным методам и приемам работы;
- применением эффективных средств защиты персонала.

К работе в физиотерапевтическом отделении (кабинете) допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, который согласно приказу Министерства здравоохранения СССР № 862 от 20.08.62 г, проводится при приеме на работу, затем ежеквартально и регистрируется в специальном журнале. Ответственность за обеспечение безопасной работы на физиотерапевтической аппаратуре несет заведующий отделением или врач, ответственный за работу отделения (кабинета).

На каждый кабинет должен быть оформлен технический паспорт, содержащий перечень помещений, их оснащение и защитные устройства. Заведующий отделением (кабинетом) обязан разработать инструкции по технике безопасности для каждого кабинета (см. *Приложение 4).* Они должны быть утверждены администрацией учреждения и вывешены на видном для персонала месте. Кроме того в отделении должна находиться аптечка первой помощи с необходимым набором медикаментов (см. *Приложение 5}.*

Наибольшую опасность при проведении физиотерапевтических процедур представляет поражение электрическим током - *электротравма.* Она возникает при непосредственном контакте больного или сестры с токонесущими элементами аппаратов и проявляется судорожными сокращениями скелетных мышц, болями, резким побледнением видимых кожных покровов. В последующем в зависимости от силы проходящего через ткани пострадавшего тока развивается остановка дыхания, нарушения сердечного ритма и потеря сознания, которые могут привести к смерти больного.

При поражении электрическим током требуются немедленные реанимационные мероприятия. Прежде всего необходимо пре-

кратить контакт пострадавшего с источником тока (разомкнуть электрическую цепь, выключить рубильник). В случае расстройств дыхания и сердечной деятельности пострадавшему в соответствии с правилом АВС: отсасывают секрет трахеобронхиального дерева, обеспечивают проходимость воздухоносных путей (Airway open), проводят искусственное дыхание методом "рот в рот" или "рот в нос" (Breath support) и поддерживают циркуляцию крови путем непрямого массажа сердца (Circulation support). После восстановления эффективной циркуляции крови, пораженному вводят внутривенно по показаниям 0,5 (0,3) мл 0,1% раствора адреналина, 0,5-1 мл 0,1% раствора атропина, 2-4 мл 2% раствора лидокаина, 5-8 мл 25% раствора магния сульфата в 50-100 мл раствора глюкозы, и 200 мл 2% раствора гидрокарбоната натрия (или трисамина). Неотложные реанимационные мероприятия продолжают до полного восстановления сердечной и дыхательной деятельности.

По способам защиты от поражения электрическим током все аппараты делят на 4 класса Аппараты 01 и I классов имеют клеммы защитного заземления с внешним контуром здания В аппаратах \\ класса установлена защитная изоляция кожуха, а аппараты III класса питаются от изолированного источника тока низкого напряжения. Для их безопаа- юй эксплуатации необходимо строго соблюдать требования к питанию и заземлению аппаратов.

При работе с лазерами необходимо соблюдать требования безопасности, изложенные в ГОСТ Р 507023-94 "Лазерная безопасность. Общие требования" и Санитарных нормах и правилах устройства и эксплуатации лазеров № 5804-91. Лазеры устанавливают в кабинах, занавешенных шторами из светопоглощающего материала. Запрещается смотреть навстречу прямому и зеркально отраженному лучу. В случае использования лазерного излучения видимого диапазона, а также средневолнового ультрафиолетового излучения на глаза медицинского персонала и больных необходимо надевать очки с темной окраской стекол и боковой защитой типа СЗС.22 (по ГОСТ 124.003-74).

Рекомендуемая литература

ГОСТ Р 507023-94 "Лазерная безопасность. Общие требования". М., 1995.

"Правила техники безопасности при эксплуатации изделий медицинской техники в учреждениях здравоохранения. Общие требования." Утв. МЗ СССР 27.08.85 г., М., 1985.

ОСТ 42-21-16-86 "ССБТ. Отделения, кабинеты физиотерапии, общие требования безопасности".- М., 1986.

Справочник по физиотерапии / под. ред. В.Г.Ясногородского. - М., Медицина, 1992.

Приложение 1

Код формы по ОКУД_____
Код учрежд.по ОКПО_____

Министерство здравоохранения
и медицинской промышленности
Российской Федерации

наименование учреждения

Медицинская документация
Форма N 070/у
Утверждена Минздравом СССР
4 октября 1980 г.
N 1030

СПРАВКА
для получения путевки

Настоящая справка не заменяет санаторно-курортной карты и не дает больному права поступления в санаторий или на амбулаторно-курортное лечение.

Действительна до_____
число, месяц, год

выдана гр._____
фамилия, имя, отчество

в том, что он (она) страдает _____
указать диагноз

и что ему (ей) рекомендуется лечение:
курортное_____
указать рекомендуемые курорты

а) в санатории_____
указать профиль

б) амбулаторно-курортное (подчеркнуть)
В местном санатории (вне курорта)_____
указать профиль санатория

Время года (зимой, весной, летом, осенью) подчеркнуть

Справка действительна лишь по месту жительства или работы больного. Она представляется для получения путевки и остается в профкоме (курортной конторе). После получения путевки необходимо обратиться за санаторно-курортной картой в лечебное учреждение, выдавшее справку.

Лечащий врач_____

М. П.

Заведующий отделением_____

"___"_____19__г

Приложение 2

Код формы по ОКУД_____
Код учрежд.по ОКПО_____

Министерство здравоохранения
и медицинской промышленности
Российской Федерации

наименование учреждения

Медицинская документация
Форма N 072/у
Утверждена Минздравом СССР
16 мая 1983 г.
N 580

САНАТОРНО-КУРОРТНАЯ КАРТА ДЛЯ ВЗРОСЛЫХ И ПОДРОСТКОВ

N____

"___" _____19__г.

Выдается при предъявлении путевки на санаторное или амбулаторное лечение. Без настоящей карты путевка недействительна.

Адрес лечебного учреждения, выдавшего карту:
область _____
район _____
город _____
улица _____

Фамилия, имя, отчество лечащего врача
_____

1. Фамилия, и.,о. больного_____
Пол (жен/муж, подчеркнуть), год рождения _____
Адрес больного _____
2. Место работы _____
3. Занимаемая должность _____
4. Жалобы, давность заболевания, данные анамнеза, предшествующее лечение, в том числе и санаторно-курортное
_____
_____
_____
5. Краткие данные клинического, лабораторного, рентгенологического и других исследований (даты)
_____
_____
_____
6, Диагноз:
а) основной _____
б) сопутствующие заболевания _____
_____

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Курортное лечение _____
(указать курорт)
_____

в санатории, амбулаторно-курортное (подчеркнуть)

_____

указать название санатория (курорта), сроки лечения, номер путевки (курсовки)

_____

Лечащий врач_____

М. П.

Заведующий отделением_____

"____"_____19__г

Данная карта действительна при условии четкого заполнения всех граф, разборчивых подписей, наличия печати

ОТРЫВНОЙ ТАЛОН

Подлежит возврату в лечебно-профилактическое учреждение, выдавшее санаторно-курортную карту

1. Фамилия, имя, отчество_____
Находился в санатории_____
с _____по _____
Диагноз при поступлении:
а) основной _____
б) сопутствующий_____
Диагноз санатория:
а) основной _____
_____
б) сопутствующий_____
_____
Проведенное лечение (виды лечения, количество процедур, их переносимость)_____
_____
_____
Эпикриз (включая данные обследования)_____
_____
_____
_____
Результаты лечения: значительное улучшение, улучшение, без перемен, ухудшение _____
(нужное подчеркнуть)
Рекомендации по дальнейшему лечению_____
_____
_____

Подпись главного врача санатория_____
Место печати
Подпись лечащего врача_____

Приложение 3

Код формы по ОКУД_____

Код учрежд.по ОКПО_____

Министерство здравоохранения
и медицинской промышленности
Российской Федерации

наименование учреждения

Медицинская документация
Форма N 044/у
Утверждена Минздравом СССР
4 октября 1980 г.
N 1030

КАРТА
БОЛЬНОГО, ЛЕЧАЩЕГОСЯ В ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОМ ОТДЕЛЕНИИ (КАБИНЕТЕ)

Карта стационарного (амб.) больного N_____ Лечащий врач_____

Фамилия, имя, отчество _____

Возраст _____пол (жен/муж, подчеркнуть)

Из какого отделения (кабинета) направлен больной_____

Диагноз_____

_____

подчеркнуть заболевание, по поводу которого больной направлен на физиотерапию

Жалобы больного_____

Назначены процедуры лечащим врачом или врачом-физиотерапевтом (подчеркнуть)

Дата	Наименование процедуры	Количество	Продолжительность	Дозировка

Место проведения процедуры: кабинет, перевязочная, на дому (подчеркнуть).

Виды лечения, назначенные помимо физиотерапии (в том числе и медикаментозные)_____

Эпикриз

Врач физиотерапевт

(оборот карты)

N пп	Дата	Наименование процедуры	Дозировка	Продолжительность процедуры	Подпись медсестры	Прочие отметки

Приложение 4

"Утверждаю"
Главный врач

_____
" " _____199_ года

ИНСТРУКЦИЯ
по технике безопасности для физиотерапевтического отделения (кабинета)

1. Перед началом работы медицинская, сестра обязана проверить исправность' все* физиотерапевтических аппаратов и заземляющих проводов. При обнаружении дефектов она должна сообщить об этом врачу и сделать запись о выявленных неисправностях в контрольно-техническом журнале. До устранения дефекта проводить процедуры на неисправном аппарате запрещается.

2. Металлические заземленные корпуса аппаратов при проведении процедур с контактным наложением электродов следует устанавливать вне досягаемости для больного.

3. Запрещается использовать в качестве заземления батареи отопительной системы, водопроводные и канализационные трубы. Они должны быть закрыты деревянными кожухами, окрашенными масляной краской.

4. Перед включением аппарата проверяют установку всех переключателей в исходное положение. Изменение параметров воздействия или выключение аппарата допустимо только при нулевом положении ручек амплитуды или интенсивности.

5. Категорически запрещается устранять неисправности, менять предохранители и протирать панели аппаратов, включенных в сеть. Нерабочие аппараты нельзя оставлять подсоединенными в сеть.

6. При проведении ультрафиолетовых и лазерных облучений необходимо защищиага глазам больных" и медицинского персонала очками с темной окраской стекол и боковой защитной (кожаной или резиновой) оправой. Нельзя смотреть навстречу первичному и отраженному лазерному лучу

?. Ртутно-кварцевый облучатель и лампу "Соллюкс" необходимо устанавливать сбоку от больного, во избежание опасного падения горячих стеклянных осколков или деталей лампы (облучателя) при случайных поломках. Лампу "Соллюкс" необходимо снабжать предохранительными проволочными сетками с окном диаметром 4-5 мм в выходном отверстии рефлекторов.

8. Запрещается проводить УВЧ-терапию при суммарном зазоре между тканями и конденсаторными пластинами свыше 6 см.

9. Перед проведением ванны (душа) необходимо обязательно измерить его температуру при помощи термометра.

10. При разогревании парафина (озокерита) и проведении процедур термотерапии необходимо исключить попадание в них воды, во избежание ожогов у больных.

1П. При проведении газовых ванн необходимо оберегать газовые баллоны от ударов и падений. Запрещается прикасаться к кислородным баллонам предметами, содержащими жир и масло.

12. Сероводородные ванны необходимо проводить в изолированных отсеках с приточно-вытяжной вентиляцией.

13. Запрещается проводить ингаляции в электро- и светолечебных кабинетах.

14. Во время проведения процедур медицинская сестра не имеет права отлучаться из физиотерапевтического кабинета. Она обязана постоянно следить за работой аппаратов и состоянием больных.

15. По окончании рабочего дня все рубильники, выключатели аппаратов, а также вилки штепсельных розеток должны быть отключены от сети.

16. Средний медицинский персонал, не имеющий специализации по физиотерапии, к проведению процедур не допускается.

17. Ремонт физиотерапевтической аппаратуры случайными лицами категорически запрещен.

Заведующий физиотерапевтическим отделением

Приложение э

ОПИСЬ

аптечки **первой помощи для физиотерапевтического отделения (кабинета)**

Наименование имущества и медикаментов	Количество
Перчатки резиновые технические	1 пара
Кусачки технические с изолированными ручками	1 шт.
Воздуховод ротовой NN 2 и 3	2 шт.
Роторасширитель	1 шт.
Языкодержатель	1 шт.
Одноразовые шприцы емкостью 5 мл	5 шт.
Одноразовые шприцы емкостью 10 мл	5 шт.
Одноразовые иглы к шприцам	10 шт.
Система для переливания крови разового пользования	3 шт
Раствор аммиака 10% (нашатырный спирт)	30 мл
Адреналина гидрохлорид 0,1%, 1 мл в амп.	6 амп.
Атропина сульфат 0,1% раствор по 1 мл в амп.	3 амп
Глюкозы 40% раствор по 20 мл в амп.	10 амп.
Йода раствор спиртовой 5% по 1 мл в амп.	20 шт
Кальция хлорид 10% раствор по 10 мл в амп.	10 шт
Лидокаина 2% раствор по 2 мл в амп.	5 штп.
Магния сульфат 25% раствор по 10 мл в амп.	5 амп.
Натрия гидрокарбонат 8,4% раствор по 200 мл во флаконе	2 шт.
Натрия хлорид 0,9% раствор по 400 ;лл во флаконе	2 шт..
Новокаин 0,5% раствор по 20 мл в амп.	10 шт.
Преднизолон по 30 мг в ама	3 шт.
Полиглюкин по 400 мл во флак.	2 шт.
Спирт этиловый ректификат 70%	50 мл
Трисамин 3,66% раствор по 200 мл во флак.	1 шт.
Бинты, салфетки, вата гигроскопическая, палочки	

Акупунктура 261
Амплипульстерапия 113
— лечебные эффекты 115
— методика 118
— параметры 116
— показания и противопоказания 115, **116**
АЛОК 216
Ароматические ванны 328
— лечебные эффекты 329
— методика 330
— параметры 329
— показания и противопоказания 329
АУФОК 210
Аэрарий 374
Аэрозоль 291
Аэрозольтерапия 291
— ингаляции 296
— лечебные эффекты 293
— методика 298
— параметры 293
— показания и противопоказания 293
Аэроионотерапия 287
— лечебные эффекты 289
— методика 290
— параметры 289
— показания и противопоказания 107
Аротерапия 370
Аэрофитотерапия 379
Бальнеотерапия 393
Бани 337
— паровая 338
— суховоздушная (сауна) 340
Банки 267
Баротерапия 265
Биорегулируемая электростимуляция 110
Бювет минеральных вод 444
Ванны 322
— виды 326
Вибротерапия 246
— лечебные эффекты 247
— методика 248
— параметры 247
— показания и противопоказания 247
Влажное укутывание 313
— лечебные эффекты 314
— методика 315
— параметры 315
— показания и противопоказания 314
Воздушные ванны 374
— лечебные эффекты 376
— методика 377
— параметры 377
— показания и противопоказания 314
Высокочастотная магнитотерапия 161
— лечебные эффекты 163
— методика 164
— параметры 164
— показания и противопоказания 163
Газовые ванны 331
— лечебные эффекты 332
— методика 333
— параметры 333
— показания и противопоказания 332
Газосодержание 397
Галотерапия 299
— лечебные эффекты 299
— методика 300
— параметры 300
— показания и противопоказания 299, 300
Гальванизация 53
— лечебные эффекты 57
— методика 58
— параметры 58
— показания и противопоказания 57, 58
— физико-химические эффекты 56
Гелиотерапия 382
— лечебные эффекты 385
— методика 387
— параметры 386
— показания и противопоказания 385, 386
— режимы 388
Гидротерапия 313
Гипербарическая оксигенация 278
Гипербаротерапия 273
— лечебные эффекты 274
— методика 274
— параметры 274
— показания и противопоказания 274
Гипобаротерапия 269
— лечебные эффекты 271
— методика 271
— параметры 271
— показания и противопоказания 271
Глинотерапия 441
Глубина проникновения
— электромагнитного излучения 41
— механических колебаний 232
Грязевой раствор 430
Грязелечебница 444
Двигательная точка 89
— нерва 89
— **мышцы** 89
Дециметроволновая терапия 168

— лечебные эффекты 171
— методика 172
— параметры 171
— показания И протиеопоказания 171
Диадинамотерапия 97
— лечебные эффекты 100
— методика 103
— параметры 100
— показания и противопоказания 100
Души 317
— виды 318
— лечебные эффекты 318
— методика 319
— параметры 318
— показания и противопоказания 318
Импульсная магнитотерапия 152
— лечебные эффекты 153
— методика 154
— параметры 153
— показания и противопоказания 153
Импульсная электротерапия 72
Ингалляционная терапия 291
Индуктотермия 162
Интерференцтерапия 120
— лечебные эффекты 122
— методика 123
— параметры 122
— показания и противопоказания 122
Инфитатерапия 137
Инфракрасное облучение 184
— лечебные эффекты 185
— методика 187
— параметры 185
— показания и противопоказания 185
Иодобромные ванны 403
— лечебные эффекты 404
— методика 405
— параметры 404
— показания и противопоказания 404
Карбогенотерапия 283
Кишечное промывание 333
— лечебные эффекты 335
— методика 336
— параметры 335
— показания и противопоказания 335
Климатология 359
Климаты 359
— классификация 360
Климатотерапия359
Комплексное действие физических факторов 37
— сочетанное 37
— комбинированное 37
Компресс 316
Короткоимпульсная электроанальгезия 104
— лечебные эффекты 106
— методика 107
— параметры 106
— показания и противопоказания 106
Крайне высочастотная терапия 176
— лечебные эффекты 177
— методика 178
— параметры 177
— показания и противопоказания 177
Криопунктура 354
Криотерапия 353
— лечебные эффекты 356
— методика 357
— параметры 356
— показания и противопоказания 356
Круглосуточная аэротерапия 370
— лечебные эффекты 372
— методика 374
— параметры 373
— показания и противопоказания 3/2
— режимы 374
Курорт 442
— основные виды 442
Курортная терапия 442
Курортология 81
Лазеротерапия 213
— лечебные эффекты 217
— методика 218
— параметры 217
— показания и противопоказания 217
Лекарственный ультрафонофорез 254
— лечебные эффекты 256
— методика 256
— параметры 256
— показания и противопоказания 256
Лекарственный электрофорез 62
— лечебные эффекты 65
— методика 70
— параметры 65
— показания и противопоказания 65
Лечебно-оздоровительная местность 442
Лечебные грязи 429
— виды 429
— классификация 431
— свойства 429
Лечебны г физические факторы 8
— природные 8
— искуственные 8
— механизм действия 24
— принципы применения 30
Лечебный массаж 239
— виды 239
— лечебные эффекты 241
— методика 242
— параметры 242
— приемы 243
— показания и противопоказания 241, 242
Локальная баротерапия 265

— лечебные эффекты 267
— методика 268
— параметры 25?
— показания и противопоказания 267
Магнитная проницаемость 46
Магнитные свойства Тканей 46
Мануальная терапия 259
Медицинская реабилитация 450
Местная дарсонаализацмя 130
— лечебные эффекты 131
— методика 132
— параметры 131
— показания и противопоказания 131
Метеолатическая реакция 362
Механические свойства тканей 226
Минерализация 397
Минерально-газовые ванны 405
Минеральные ванны 399
Минеральные питьевые воды 418
— классификация 418
— лечебные эффекты 425
— методика приема 426
— параметры 426
— показания и противопоказания 425
— природные источники 425
Низкочастотная магнитотерапия 154
— лечебные эффекты 157
— методика 160
— параметры 158
— показания и противопоказания 157
Низкочастотная электротерапия 113
Мормобарическая гипокситералия 276
— лечебные эффекты 276
— методика 277
— параметры 277
— показания и противопоказания 277
Обливание 316
Обтирание 316
Озокеритотерапия 349
— лечебные эффекты 351
— методика 351
— параметры 351
— показания и противопоказания 351
Озон 287
Оксигенобаротералия 278
— лечебные эффекты 280
— методика 282
— параметры 281
— показания и противопоказания 280, 281
Оксигеногелиотерапия 284
Оксигенотералия 278
Оптические свойства тканей 180
Пакетная теплотерапия 352
Пакетная криотерапия
Парафинотерапия 346
— лечебные эффекты 347
— методика 348
— параметры 347
— показания и противопоказания 347
Пелоидотерапия 429
— лечебные эффекты 437
— методика 438
— параметры 438
— показания и противопоказания 437
Паровая баня 338
Погода 361
— классификация 361
Постоянная магнитотерапия 147
— лечебные эффекты 149
— методика 151
— параметры 150
— показания и противопоказания 149, 150
Пресные ванны 322
— лечебные эффекты 325
— методика 325
— параметры 325
— показания и противопоказания 325
Псаммотерапия 440
ПУВА-терапия 195
Радоновые ванны 414
— лечебные эффекты 416
— методика 417
— параметры 417
— показания и противопоказания 416
РЭЭТ 386
Санаторий 444
Санаторно-курортное лечение 442
— показания и противопоказания 448
— документация 447
Сантиметроволновая терапия 172
— лечебные эффекты 174
— методика 175
— параметры 175
— показания и противопоказания 174
Сверхвыеокочастотная электротерапия 168
Сероводородные ванны 410
— лечебные эффекты 412
— методика 413
— параметры 413
— показания и противопоказания 412
Спелеотерапия 380
Среднечастотная электротерапия 130
Сухояоздушназ баня (сауна) 340
Талассотерапия 388
— лечебные эффекты 390
— методика 391
— параметры 391
— показания и противопоказания 390
— режимы 392
Теплопроводность 304
Теплопунктура 352
Теплотерапия 346
Теплоудерживахщая способность 303

Теплофизические свойства тканей 303
Термотерапия 346
Техника безопасности при проведении физиотерапевтических процедур 463
Транскраниальная электроанальгезия 76
— лечебные эффекты 78
— методика 80
— параметры 79
— показания и противопоказания 78, 79
Углекислые ванны 405
— лечебные эффекты 408
— методика 409
— параметры 409
— показания и противопоказания 408
Ультравысокочастотная терапия 139
— лечебные эффекты 143
— методика 146
— параметры 143
— показания и противопоказания 143
Ультразвуковая терапия 249
— лечебные эффекты 251
— методика 252
— параметры 252
— показания и противопоказания 251
Ультратонотерапия 128
— лечебные эффекты 128
— методика 129
— параметры 129
— показания и противопоказания 129
Ультрафиолетовое облучение 191
— длинноволновое облучение 191
— — лечебные эффекты 195
— — методика 196
— — параметры 195
— — показания и противопоказания 195
— средневолновое облучение 198
— — лечебные эффекты 205
— — методика 208
— — параметры 205
— — показания и противопоказания 205
— — коротковолновое облучение 210
— — лечебные эффекты 211
— — методика 212
— — параметры 211
— — показания и противопоказания 211
Физиопрофилактика 455
Физиотерапевтическая помощь 460
— организация 460
— устройство кабинетов 461
Физиотерапия 8
— предмет изучения 8
— объект 9
— методы 10
— этапы развития 11
Флюктуоризация 124
— лечебные эффекты 125
— методика 127
— параметры 126
— показания и противопоказания 126
Фототерапия 180
Фотодинамическая терапия 221
Фгнклинизация 134
— лечебные эффекты 135
— методика 136
— параметры 136
— показания и противопоказания 135, 136
Хлоридные натриевые ванны 400
— лечебные эффекты 401
— методика 402
— параметры 402
— показания и противопоказания 401
Холодовая нагрузка 392
Хромотерапия 188
— лечебные эффекты 190
— методика 190
— параметры 190
— показания и противопоказания 190
Электрические свойства тканей 42
Электропунктура 108
Электродиагностика 89
Электромагнитное излучение 39
Электромагнитное поле 30
— взаимодействие с организмом 47
— характеристики 39
Электромагнитотерапия 50
— основные виды 51
Электропроводность 43
Электропунктура 108
Электростатический массаж 138
Электротерапия постоянным током 53
Электросонтералия 72
— лечебные эффекты 74
— методика 75
— параметры 75
— показания и противопоказания 74
Электростимуляция 81
— лечебные эффекты 88
— методика 95
— параметры 88
— показания и противопоказания 88
ЭЭТ 373

АВТОРЫ УЧЕБНИКА



БОГОЛЮБОВ Василий Михайлович - действительный член Российской Академии Медицинских Наук, профессор, доктор медицинских наук, директор Российского Научного центра реабилитации и физиотерапии МЗ РФ, **заведующий** кафедрой физиотерапии Российской Академии последипломного образования, главный физиотерапевт МЗ РФ, председатель Межведомственного Научного Совета по реабилитации и физиотерапии. Автор 15 монографий, 290 научных работ.



ПОНОМАРЕНКО Геннадий Николаевич - доктор медицинских наук, руководитель курса физиотерапии и курортологии Военно-Медицинской Академии, заместитель председателя Санкт-Петербургского научного медицинского общества физиотерапевтов и курортологов. Автор 5 монографий, 100 научных работ.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ ... 3
ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИОТЕРАПИЮ ... 8
Определение и предмет изучения физиотерапии ... 8
Этапы развития физиотерапии ... 11
Механизмы формирования реакций организма на физические факторы ... 24
Основные принципы лечебного применения физических факторов ... 30
Раздел I. ЛЕЧЕБНЫЕ ФАКТОРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ПРИРОДЫ
ГЛАВА 1. ОСНОВЫ ЛЕЧЕБНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ИЗЛУЧЕНИЙ ... 39
Физическая характеристика электромагнитных полей ... 39
Электрические и магнитные свойства тканей организма ... 42
Электрические свойства живых тканей ... 42
Магнитные свойства живых тканей ... 46
Взаимодействие электромагнитных полей и излучений с организмом ... 47
Основные виды лечебного применения факторов электромагнитной природы ... 51
ГЛАВА 2. ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПОСТОЯННОГО И ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА ... 53
Электротерапия постоянным током ... 53
Гальванизация ... 53
Лекарственный электрофорез ... 62
Импульсная электротерапия ... 72
Электросонтерапия ... 72
Транскраниальная электроанальгезия ... 76
Электростимуляция ... 81
Диадинамотерапия ... 97
Короткоимпульсная электроанальгезия ... 104
Электропунктура ... 108
Биорегулируемая электростимуляция ... 110
ГЛАВА 3. ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА ... 113
Низкочастотная электротерапия ... 113
Амплипульстерапия ... 113
Интерференцтерапия ... 120
Флюктуоризация ... 124
Ультратонтерапия ... 128
Среднечастотная электротерапия ... 130
Местная дарсонвализация ... 130
ГЛАВА 4. ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И МАГНИТНОГО ПОЛЕЙ ... 134
Электрическое поле ... 134
Франклинизация ... 134
Инфитатерапия ... 137
Электростатический массаж ... 138
Ультравысокочастотная терапия ... 139
Магнитное поле ... 147

Постоянная магнитотерапия ... 147
Импульсная магнитотерапия ... 152
Низкочастотная магнитотерапия ... 154
Высокочастотная магнитотерапия ... 161
ГЛАВА 5. ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ... 168
Сверхвысокочастотная электротерапия ... 168
Дециметроволновая терапия ... 168
Сантиметроволновая терапия ... 172
Крайне высокочастотная электротерапия ... 176
ГЛАВА 6. ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ (ФОТОТЕРАПИЯ) ... 180
Оптические свойства тканей организма ... 180
Взаимодействие оптического излучения с биологическими тканями ... 182
Инфракрасное облучение ... 184
Хромотерапия ... 188
Ультрафиолетовое облучение ... 191
Длинноволновое излучение ... 191
Средневолновое излучение ... 198
Коротковолновое излучение ... 210
Лазерное излучение ... 213
Лазеротерапия ... 213
Фотодинамическая терапия ... 221
Раздел II. ЛЕЧЕБНЫЕ ФАКТОРЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ
ГЛАВА 7. БИОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛЕЧЕБНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ... 224
Физическая характеристика механических факторов ... 224
Механические свойства тканей организма ... 226
Взаимодействие механических факторов с организмом ... 231
Основные виды лечебного применения механических факторов ... 237
ГЛАВА 8. ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ... 239
Лечебный массаж ... 239
Вибротерапия ... 246
Ультразвуковая терапия ... 249
Лекарственный ультрафонофорез ... 254
Мануальная терапия ... 259
Акупунктура ... 261
ГЛАВА 9. БАРОТЕРАПИЯ (В.И. Кулешов, Г.Н.Пономаренко) ... 265
Лечебное применение воздуха различного атмосферного давления ... 265
Локальная баротерапия ... 265
Гилобаротерапия ... 269
Гипербаротерапия ... 273
Лечебное применение газов различного парциального давления ... 276
Нормобарическая гипокситерапия ... 276
Оксигенобаротерапия ... 278
Карбогенотерапия ... 283
Оксигеногелиотерапия ... 284
ГЛАВА 10. ЛЕЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННО ИЗМЕНЕННОЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДОЙ ... 287
Аэроионотерапия ... 287
Аэрозольтерапия ... 291

Галотерапия 299
Раздел III. ***ЛЕЧЕБНЫЕ ФАКТОРЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ***
ГЛАВА 11, ОСНОВЫ ЛЕЧЕБНОГО ПРИМЕНЕНИЯ
ТЕРМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ 302
Физическая характеристика, термических-факторов 302
Теплофизические свойства тканей организма 303
Взаимодействие термических факторов с организмом 304
Основные виды лечебного применения термических факторов 311
ГЛАВА 12. ГИДРОТЕРАПИЯ 313
Влхчное укутывание 313
Души 317
Ванны 322
Пресные ванны 322
Ароматические ванны 328
Газовые ванны 331
Кишечное промывание 333
Бани 337
Паровая баня 338
Суховоздушная баня (сауна) 340
ГЛАВА 13. ТЕРМОТЕРАПИЯ 346
Теплотерапия 346
Парафинотерапия 346
Озокеритотерапия 347
Пакетная теплотерапия 352
Теплопункту ра 352
Криотерапия 353
Раздел ***IV.*** *ПРИРОДНЫЕ ЛЕЧЕБНЫЕ ФАКТОРЫ* ***(КУРОРТНАЯ ТЕРАПИЯ)***
ГЛАВА 14. КЛИМАТОТЕРАПИЯ 359
Физическая характеристика климатолечебных факторов и физиологические основы их действия 359
Медицинская характеристика климата основных природных зон 362
Континентальные климаты 362
Морские климаты 367
Аэротерапия 370
Круглосуточная аэротерапия 370
Воздушные ванны 374
Аэрофитотерапия 379
Спелеотерапия 380
Гелиотерапия 382
Талассотерапия 389
ГЛАВА 15. БАЛЬНЕОТЕРАПИЯ 393
Характеристика и классификация минеральных вод 393
Минеральные ванны 399
Хлоридные натриевые ванны 400
Йодобромные ванны 403
Минерально-газовые ванны 405
Углекислые ванны 405
Сероводородные ванны 410
Радоновые ванны 414
Минеральные питьевые воды 418
ГЛАВА 16. ПЕЛОИДОТЕРАПИЯ 429

Характеристика и классификация лечебных грязей 429
Лечебное применение грязей 433
Лечебное применение песка и глины 440
ГЛАВА 17. САНАТОРНО-КУРОРТНОЕ ЛЕЧЕНИЕ 442
Характеристика и основные виды курортов 442
Основные типы санаторно-курортных учреждений и принципы организации в них лечебной работы 444
Порядок отбора и направления больных на санаторно-курортное лечение 447
Раздел V. ЛЕЧЕБНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ И ПРОФИЛАКТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ
ГЛАВА 18. ФИЗИОТЕРАПИЯ В СИСТЕМЕ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ И ПРОФИЛАКТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ 450
Физиотерапевтические аспекты медицинской реабилитации 450
Физиопрофилактика 455
ГЛАВА 19. ОРГАНИЗАЦИЯ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ В ЛЕЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ 460
Организация работы физиотерапевтического отделения (кабинета) 460
Техника безопасности при проведении физиотерапевтических процедур ... 463
ПРИЛОЖЕНИЯ 466
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ 472
Авторы учебника 476

Опечатки

Страница	Напечатано	Следует читать
310, 317,328, 400,408	простогландины	простаглaндины
318,338	гипоталямус	гипоталамус

Василий Михайлович Боголюбов
Геннадий Николаевич Пономаренко

ОБЩАЯ ФИЗИОТЕРАПИЯ
Учебник для студентов медицинских вузов

Сдано в набор 20.01.97. Подписано в печать 10.11.97. Формат 60x90/16. Печать офсетная. Гарнитура Text Book. Усл. печ. л. 30. Уч.-изд. л. 25,5. Тираж 20000 (3-й завод-3000). Заказ № 2217.

Лицензия ООО "СЛП" ЛР N 064848 от 22.11.96 г. Комитета РФ по печати.
Издательский отдел СЛП, 198216, Санкт-Петербург, **а/я** 55.

Отпечатано с готовых диапозитивов в АООТ «Типография „Правда"».
191126, С.-Петербург, Социалистическая ул., 14.