

С.П. Евсеев, С.Ф. Курдыбайло, В.Г. Суляев

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ ИНВАЛИДОВ



И ЛИЦ С ОТКЛОНЕНИЯМИ В СОСТОЯНИИ ЗДОРОВЬЯ

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АДАПТИВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

С.П. Евсеев, С.Ф. Курдыбайло, В.Г. Суслиев

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АДАПТИВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

*Рекомендовано Государственным
комитетом Российской Федерации
по физической культуре, спорту и туризму
в качестве учебного пособия для высших
и средних профессиональных учебных заведений,
осуществляющих образовательную деятельность
по специальностям 022500 –
«Физическая культура для лиц с отклонениями
в состоянии здоровья (Адаптивная физическая
культура)» и 0323 – «Адаптивная физическая культура»*

Москва
«Советский спорт»
2000

ФЕДЕРАЛЬНАЯ ПРОГРАММА

КНИГОИЗДАНИЯ РОССИИ

УДК 796/799
ББК 75.48я73
Е25

Авторский коллектив:

С.П. Евсеев, доктор педагогических наук, профессор,
С.Ф. Курдыбайло, доктор медицинских наук,
В.Г. Сусяев, кандидат медицинских наук

Е25 **Материально-техническое обеспечение адаптивной физической культуры: Учебн. пособие / Под редакцией проф. С.П. Евсеева. — М.: Советский спорт, 2000. — 152 с.**
ISBN 5-85009-608-6

В учебном пособии рассматриваются наиболее важные вопросы материально-технического обеспечения занятий по адаптивному физическому воспитанию, адаптивному спорту, адаптивной двигательной рекреации. В нем описаны требования к оснащению сооружений спортивного назначения с целью обеспечения доступности проведения оздоровительной, спортивной, образовательной работы с инвалидами; средства протезной техники для инвалидов с ампутациями верхних и нижних конечностей; кресла-коляски для занятий спортом; предложения по проектированию и оборудованию спортивных зданий и сооружений для инвалидов.

Учебное пособие предназначено для студентов средних и высших профессиональных образовательных учреждений, изучающих адаптивную физическую культуру.

УДК 796/799
ББК 75.48я73

ISBN 5-85009-608-6

© Евсеев С.П., Курдыбайло С.Ф., Сусяев В.Г.,
2000
© Оформление. Издательство «Советский спорт»,
2000

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Оснащение сооружений спортивного назначения с целью обеспечения доступности проведения спортивно-оздоровительной работы с инвалидами	7
Средства протезной техники для занятий физической культурой и спортом	23
Технические средства для инвалидов с дефектами верхних конечностей	27
Технические средства для инвалидов с дефектами нижних конечностей	39
Кресла-коляски для занятий спортом	105
Проектирование и оборудование спортивных зданий и сооружений для инвалидов	125

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших компонентов необходимой для инвалидов инфраструктуры является система условий для организации и осуществления спортивно-оздоровительной работы. Это объясняется рядом причин.

Во-первых, среди многих факторов, ограничивающих поддержание оптимального психофизического состояния инвалидов, осуществление их социальной, трудовой, учебной и других видов деятельности, а главное, способствующих развитию функциональных и патофизиологических изменений в организме, является гиподинамия и гипокинезия. Отрицательное влияние последних на все без исключения органы и функциональные системы человека хорошо известно и неоднократно описывалось как в научной, так и популярной литературе. Поставить надежный заслон морфофункциональным реакциям человека, находящегося или попавшего в условия вынужденной гиподинамии или гипокинезии, оптимизировать его психофизическое состояние может только разумно организованная двигательная активность.

Во-вторых, любая приобретенная инвалидность ставит перед человеком проблему адаптации к жизни в своем новом качестве, что, в свою очередь, практически всегда связано с необходимостью освоения жизненно и профессионально необходимых двигательных умений и навыков, развития и совершенствования специальных физических и волевых качеств и способностей, формирование которых немыслимо без использования средств и методов физической культуры. По-

сколько взаимодействие природного и социального, естественного и «рукотворного» лежит в основе любой человеческой деятельности, а сам действующий человек – это всегда, прежде всего, «человек телесный», то физическая культура необходимо выступает как базовый, фундаментальный слой всей культуры, присутствует (хотя и не всегда в осознаваемом виде) в любой сфере человеческой деятельности (Н.Н. Визитей, 1989; И.М. Быховская, 1993; С.П. Евсеев, 1999 и др.).

В-третьих, физическая культура содержит в себе виды деятельности, которые наиболее предпочтительны для осуществления воспитания личности, ее социализации, причем спортивно-оздоровительное и рекреационное направления физической культуры неизбежно приводят к общению инвалидов друг с другом и другими людьми. Все это положительно сказывается на духовном состоянии инвалидов, их морально-волевых качествах, жизненных интересах и ценностных ориентациях. В частности, особое значение для жизнеспособности и социальной активности инвалидов имеет освоение ими мобилизационных ценностей физкультурно-спортивной деятельности: способности рациональной организации своего стиля жизни, внутренней дисциплины, собранности, быстроты оценки ситуации и принятия решения, настойчивости в достижении поставленной цели и др. (А.И. Лубышева, 1995).

Проведение спортивно-оздоровительной работы с инвалидами предполагает создание соответствующих материально-технических условий: приспособления спортивных зданий и сооружений к потребностям инвалидов конкретных нозологических групп; конструирования и изготовления протезной техники для занятий физическими упражнениями; создания специальных средств передвижения – спортивных кресел-колясок, адаптированных к использованию в том или ином виде физкультурно-спортивной деятельности; разработки и применения вспомогательных технических средств и тренажеров, специальной спортивной одежды, страховочных устройств и т.п.

Актуальность настоящего учебного пособия вызвана тем обстоятельством, что в государственные образовательные стандарты по специальности высшего профессионального образования – 02.25.00 – «Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (Адаптивная физическая культура)» и по специальности среднего профессионального образования – 03.23 – «Адаптивная физическая культура» в общепрофессиональные дисциплины Федерального компонента включена дисциплина: «Материально-техническое обеспечение адаптивной физической культуры». По этой дисциплине подготовлен учебник для студентов высших учебных заведений и учащихся средних учебных заведений, осуществляющих образовательную деятельность по перечисленным специальностям.

ОСНАЩЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ СПОРТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ С ИНВАЛИДАМИ

- ❖ *Классификация средств, используемых для оснащения сооружений спортивного назначения при проведении в них спортивно-оздоровительной работы с инвалидами*
- ❖ *Краткая характеристика выделенных групп и подгрупп средств, используемых для оснащения сооружений спортивного назначения с целью обеспечения доступности проведения спортивно-оздоровительной работы с инвалидами*
- ❖ *Тренажеры для освоения инвалидами тех или иных соревновательных двигательных действий, развития и совершенствования их физических качеств и способностей*

Проектирование, строительство и оборудование спортивных зданий и сооружений, в частности, стадионов, спортивных залов, плавательных бассейнов, игровых площадок и т.п. с целью облегчения доступа к ним инвалидов и, главное, осуществления физкультурно-спортивной и рекреационно-оздоровительной деятельности является одной из составляющих важнейшей проблемы создания жилой среды для инвалидов, их комплексной реабилитации и социализации.

Для наиболее полного рассмотрения существующих средств, устройств, приспособлений, тренажеров, специальных средств, применяемых для оснащения сооружений спортивного назначения с целью обеспечения доступности проведения спортивно-оздоровительной работы с инвалидами, остановимся на классификации этих средств.

**Классификация средств,
используемых для оснащения сооружений
спортивного назначения при проведении в них
спортивно-оздоровительной работы с инвалидами**

В зависимости от отношения средств, используемых для оснащения сооружений спортивного назначения с целью их адаптации к потребностям инвалидов, непосредственно к соревновательной деятельности инвалидов эти средства можно разделить на две крупные группы.

Первая группа средств предназначена для приспособления (адаптации) окружающей инвалида среды к его возможностям для осуществления собственно соревновательной деятельности

в соответствии с правилами соревнований в том или ином виде спорта, а также полноценной учебно-тренировочной работы.

Вторая группа средств предусматривает приспособления (адаптацию) окружающей инвалида среды к его возможностям для осуществления целого ряда мероприятий, необходимых для подготовки занимающихся к соревновательной деятельности и учебно-тренировочной работе, приведение его в оптимальное состояние после этих видов деятельности, а также для наблюдения (просмотра) соревнований. Вторая группа средств предусматривает возможности размещения инвалидов на трибунах спортивных сооружений в качестве зрителей, а также возможности перемещения на креслах-колясках и выполнения необходимых действий в гардеробах, раздевалках, душевых комнатах, туалетах, саунах, массажных и врачебных кабинетах и других помещениях.

В зависимости от конкретных задач, решение которых предполагается осуществить с помощью тех или иных средств первой группы, последние можно разделить на следующие подгруппы.

Первая подгруппа средств направлена на обеспечение безопасности соревновательной или учебно-тренировочной деятельности.

Вторая подгруппа средств предназначена для оснащения сооружений спортивного назначения устройствами (приспособлениями) для доставки (перемещения) спортсмена-инвалида непосредственно к месту соревновательной деятельности и учебно-тренировочной работы. Здесь, прежде всего, имеются в виду различные подъемники, тележки, лонжи, лестницы и т.п. для перемещения инвалида с поражениями опорно-двигательной системы в бассейн, места легкоатлетических соревнований, на гимнастические снаряды и другие устройства.

Третья подгруппа средств предназначена для оснащения окружающей инвалида среды приспособлениями для выполнения собственно соревновательных двигательных действий. К таким средствам относятся спортивные кресла-коляски для проведения занятий по многим видам спорта (например, баскетболом,

теннисом, гонками и др.) с инвалидами с поражениями спинного мозга, нарушением функций нижних конечностей; средства протезной техники для лиц, перенесших ампутации конечностей; средства звуковой и пространственной ориентировки для незрячих спортсменов и другие приспособления.

И, наконец, *четвертая подгруппа средств* предназначена для обеспечения процесса освоения инвалидами тех или иных соревновательных двигательных действий, развития и совершенствования двигательных действий, физиологических качеств и способностей, необходимых для успешного осуществления соревновательной деятельности по конкретному виду спорта. Средства данной подгруппы принято называть тренажерами, с помощью которых и удастся обеспечивать доступность выполнения конкретных двигательных действий инвалидами путем компенсации недостающих компонентов их подготовленности (физической, технической, психической и др.) за счет применения тренажеров.

**Краткая характеристика
выделенных групп и подгрупп средств, используемых
для оснащения сооружений спортивного назначения
с целью обеспечения доступности проведения
спортивно-оздоровительной работы с инвалидами**

Все средства, относящиеся ко второй группе и предназначенные для обеспечения необходимых предпосылок для собственно спортивной деятельности и учебно-тренировочной работы, а также наблюдения за соревнованиями, должны быть предусмотрены при проектировании и строительстве сооружений спортивного назначения, поскольку исправить или скорректировать недочеты такого типа очень сложно, а в ряде случаев и невозможно. Отсутствие условий для свободного перемещения инвалидов на креслах-колясках и выполнения ими необходимых действий по самообслуживанию, ограничивают их

мобильность, делают зависимыми от других людей. Хотя привлечение в качестве помощников-волонтеров кого-либо из знакомых, родственников, друзей инвалидов позволяет уменьшить влияние этих негативных факторов.

В связи с тем, что требования к проектированию и строительству сооружений спортивного назначения, пригодных для их использования инвалидами, хорошо известны и опубликованы в специальной литературе, остановимся более подробно на средствах первой группы – приспособляющих окружающую инвалида среду для осуществления им собственно соревновательной деятельности и учебно-тренировочной работы.

Средства *первой подгруппы* этой группы, обеспечивающие безопасность соревновательной деятельности и учебно-тренировочной работы спортсмена-инвалида, представляют собой страховочные приспособления (гимнастические поролоновые маты, защитные сетки, страховочные лонжи, поролоновые ямы для приземлений и др.). Они размещаются и используются там и тогда, где и когда возможны падения занимающихся, выход за зону безопасности в связи с превышением оптимальной скорости перемещения и (или) вращения спортсмена или спортивного снаряда.

Говоря о безопасности соревновательной деятельности инвалидов, необходимо помнить о требованиях соблюдения минимальных расстояний границ спортивных площадок от неподвижных предметов (стен, столбов, выступов конструкций и т.п.) или краев возвышений, если спортивная площадка находится на помосте.

Средства *второй подгруппы*, приспособляющие окружающую инвалида среду к его возможностям для осуществления собственно соревновательной деятельности и учебно-тренировочной работы (средства первой группы), чаще всего применяются для облегчения процесса перемещения спортсмена в бассейн и на гимнастические снаряды. Наиболее распространенным средством является подвесная тележка на тросах (веревках), концы которых связаны с блоками, размещенными на монорельсах.

Средства данной подгруппы достаточно хорошо представлены в публикациях, посвященных проблемам организации спортивно-оздоровительной работы с инвалидами. Многие из них являются очень дорогостоящими и поэтому вряд ли могут быть внедрены в практику в ближайшее время.

Наиболее многочисленна *третья подгруппа* первой группы средств, предназначенная для оснащения окружающей инвалида среды приспособлениями для выполнения собственно соревновательных двигательных действий. Как отмечалось ранее, это, прежде всего, спортивные кресла-коляски, протезная техника (для лиц с поражениями опорно-двигательной системы); звучащие мячи, различные покрытия опорных поверхностей (для незрячих спортсменов) и другие устройства. Обилие и разнообразие средств данной подгруппы обусловлено большим количеством видов физкультурно-спортивной деятельности, применяемых в работе с инвалидами в процессе их комплексной реабилитации и социальной интеграции. Даже простое перечисление средств данной подгруппы займет не одну сотню страниц.

Существует большое количество справочников, каталогов, проспектов с описанием различных конструкций спортивных кресел-колясок и протезной техники, производимых различными фирмами, в основном зарубежными (см. например, каталог MEYRA SPORT – keep on rolling). Безусловно, спортивные кресла-коляски и специальная протезная техника относятся к очень дорогим средствам, доступным ограниченному кругу инвалидов.

Поэтому в данных методических материалах более подробно рассматривается *четвертая подгруппа* средств, предназначенная для обеспечения процесса освоения инвалидами тех или иных соревновательных двигательных действий, развития и совершенствования их физических качеств и способностей. Средства данной подгруппы, называемые тренажерами, могут быть достаточно простыми по конструкции и доступными по стоимости; ряд из них можно изготовить самостоятельно с учетом индивидуальных особенностей занимающихся.

Тренажеры для освоения инвалидами тех или иных соревновательных двигательных действий, развития и совершенствования их физических качеств и способностей

Обеспечение доступности организации и проведения спортивно-оздоровительной работы с инвалидами в нашей стране в современных социально-экономических условиях в большей степени определяется развитием средств именно этой подгруппы и оснащением ими сооружений спортивного назначения. Это обусловлено тем, что спортивные залы, стадионы, бассейны и другие спортивные сооружения в подавляющем большинстве случаев не приспособлены для инвалидов, в них отсутствуют специальные устройства и средства для обеспечения доступности проведения спортивно-оздоровительной работы по причине их высокой стоимости и недостаточности финансирования данного направления комплексной реабилитации и социализации инвалидов.

Что же касается тренажеров, то в ряде случаев они представляют собой достаточно простые средства, недорогие в производстве, удобные в эксплуатации и вполне доступные для широкого круга инвалидов.

Прежде чем приступить к описанию основных классов тренажеров (средств четвертой подгруппы), уточним определение тренажера.

Тренажер – это средство материально-технического обеспечения учебно-тренировочного процесса, позволяющее организовать искусственные условия для эффективного формирования умений и навыков, развития и совершенствования качеств и способностей человека, соответствующих требованиям его будущей деятельности (С.П. Евсеев, 1992).

К спортивным тренажерам относятся те, которые позволяют в искусственных условиях эффективно формировать двигательные умения и навыки, развивать и совершенствовать качества и способности спортсмена, необходимые ему для соревновательной деятельности (в том числе и для соревновательной деятельности спортсмена-инвалида).

Рассматривая основные классы спортивных тренажеров, используемых для обеспечения процесса освоения инвалидами двигательных действий, развития и совершенствования физических качеств и способностей, напомним, что важнейшим фактором, обуславливающим эффективность управления любым объектом или процессом, в том числе и процессом обучения или развития человека, является обеспечение нормального функционирования каналов прямой и обратной связи между управляющим и управляемым объектами (процессами) или, в нашем случае, между тренажером и спортсменом-инвалидом.

Наиболее важным является то, что с помощью тренажеров могут быть созданы оптимальные условия для освоения занимающимся предъявляемой информации и осуществления действий. Именно тем, что предъявление информации о полной ориентировочной основе действия самым тесным образом связано с осуществлением этого действия, и объясняется огромное значение, которое имеют тренажеры для обеспечения доступности проведения спортивно-оздоровительной работы с инвалидами. Тренажеры, компенсирующие недостающие компоненты координационной, физической, психической готовности инвалидов, регулируя энергосиловые параметры взаимодействий инвалида с внешним окружением, облегчают процесс выполнения упражнений, уменьшают защитные реакции занимающихся и тем самым оптимизируют работу канала прямой связи.

Поэтому для построения естественной классификации тренажеров, применяемых для освоения двигательных действий инвалидами, развития и совершенствования их физических качеств и способностей, вначале рассмотрим способы, обеспечивающие преимущественно энергосиловые взаимодействия технических устройств со спортсменом-инвалидом и реализующие поток информации, поступающей к занимающемуся по каналу прямой связи. Объединение этих способов в едином классификационном признаке отображает специфику спортивных тренажеров, применяемых для обеспечения доступности выполнения спортивных двигательных действий. В их конст-

рукциях процесс подачи занимающемуся информации по каналу прямой связи и процесс оказания физического воздействия (помощи, облегчения или затруднения условий выполнения движений) часто сливаются воедино. Причем информация в этом случае поступает в центральную нервную систему человека не только через зрительный или слуховой анализаторы, но и через воспринимающие движения проприорецепторы. Что очень важно для спортсменов, имеющих нарушения в деятельности тех или иных сенсорных систем (зрения или слуха).

Первый способ воздействия тренажеров на спортсмена-инвалида сводится к подгонке тех или иных свойств среды к возможностям занимающихся с целью их максимальной реализации при обучении и развития необходимых качеств и способностей. Вместе с тем он предоставляет инвалиду полную свободу в выборе способа выполнения движений (техники), совершенно его не регламентируя.

Данный способ предусматривает создание и изменение искусственных параметров окружающей среды (ширины, высоты, угла наклона, площади опорной поверхности и площади поперечного сечения спортивного снаряда); упругости и колебаний взаимодействующих со спортсменом предметов, снарядов и опоры, их покрытия (гладкое, шероховатое, с различными наклеивающимися материалами); действия силы тяжести спортсмена и снаряда; сопротивления среды, скорости ее перемещения относительно занимающегося (например, скорости бегущей дорожки на тредбане или скорости течения воды в водном тредбане).

Вторым способом воздействия тренажеров на инвалидов является программирование с помощью тренажеров длительности, темпа, ритма и других характеристик движений и осуществления опосредованного (через зрительный, слуховой или другие сохранные анализаторы) стимулирующего влияния на занимающегося. Данный способ более активно воздействует на спортсмена, поскольку программирует временную компоненту движения и активно задействует информационный канал прямой связи.

Главная задача, которую решают тренажеры этого класса, сводится к объективизации сведений, поступающих к спортсмену, о будущем упражнении в процессе выполнения двигательного задания. При этом занимающийся получает конкретные ориентиры, которые стимулируют правильное выполнение двигательных действий. В отличие от так называемых технических средств срочной информации, сигнализирующих о качестве выполняемых спортсменом действий, тренажеры данного класса предоставляют занимающимся те или иные параметры эталонного варианта разучиваемого двигательного действия и могут применяться как самостоятельно, так и в комплексе со средствами информации о действиях учащихся (т.е. информации обратной связи).

Как правило, подобные тренажеры выступают в роли звуколидеров (для инвалидов с нарушениями зрения) или светолидеров (для инвалидов с нарушениями слуха).

При формировании предварительного представления о ритме двигательного действия целесообразно следовать следующей схеме: ознакомиться с музыкальным ритмом-моделью действия, многократно повторить его в уме, воспроизвести ритм на приборе, выполнять упражнение под звуколидер, в дальнейшем возвращаться к сенсорно-перцептивной тренировке.

Интересные перспективы открывает использование звуковых сигналов о последовательности напряжения тех или иных мышц в процессе выполнения упражнений. Записанные на магнитофон с помощью полимиофонической установки сигналы от мышц во время выполнения квалифицированными спортсменами двигательных действий могут служить своеобразным ориентиром для правильного воспроизведения мышечных напряжений спортсменами, разучивающими эти двигательные действия.

Для инвалидов по слуху могут быть очень полезны тренажеры, задающие необходимую скорость перемещения занимающихся путем последовательного зажигания электрических лампочек, расположенных вдоль дистанции (дорожке стадиона, дне бассейна и др.), или движения с необходимой скоростью тележки, флажка и т.п., находящихся в поле зрения занимающихся.

Третьим способом создания искусственных (тренажерных) условий выполнения двигательных действий является ограничение нерациональных траекторий и положений звеньев тела занимающегося и спортивного снаряда, приводящих к энергетическим потерям, рассеиванию энергии, выходу звеньев тела за «коридор» допустимых отклонений. Этот способ, в отличие от двух первых, предоставляя информацию в виде оптимальных копиров отдельных точек, еще в большей степени регламентирует действия занимающихся, организуя пространственные ориентиры и направляя развертывание движений по нужному руслу.

Своеобразная форма предъявления спортсменам-инвалидам информации в виде копиров, направляющих, ограничителей движений и т.п. является в то же время и ограничивающим (регламентирующим) средством, не позволяющим спортсменам отклоняться от заданных оптимальных траекторий или амплитуд движений в суставах.

Тренажеры данного класса очень полезны для инвалидов с нарушенными функциями сенсорных систем – зрения и слуха, так как информация, которая предъявляется занимающемуся в виде копиров, направляющих для отдельных точек звеньев тела или спортивного снаряда адресована тактильным и мышечно-суставным рецепторам.

Эти тренажеры можно разделить на два подкласса:

- устройства, ограничивающие нерациональные перемещения звеньев тела спортсмена;
- устройства, регламентирующие перемещения спортивных снарядов.

В свою очередь устройства первого подкласса могут быть подразделены на средства, ограничивающие суставные движения спортсмена, и средства, ограничивающие траектории отдельных точек его тела.

К траекториям, ограничивающим суставные движения спортсмена, относятся: ограничители движений головой; корсеты, ограничивающие или исключаяющие возможность сгибания или разгибания в суставах; приспособления, ограничива-

ющие разведение ног при выполнении гимнастических упражнений в висах или упорах, и тому подобные приспособления.

В качестве примера устройства, ограничивающего траектории отдельных точек тела спортсмена, приведем тренажер Ю.А. Кузнецова (1986) для обучения прыжкам на батуте. Этот тренажер ограничивает траекторию перемещения общего центра массы (ОЦМ) спортсмена при выполнении прыжков на батуте и исключает возможность падений, происходящих в результате «выброса» тела занимающегося за пределы сетки батута.

К тренажерам этого класса относятся устройства, выполняющие нерациональные траектории спортивных снарядов: ядра, копья, клюшки (для игры в гольф или хоккей), шест для прыжков и др.

Четвертый способ воздействия тренажеров на спортсмена-инвалида – оказание обобщенного физического воздействия в виде тяги, приложенной к его телу (как правило, в области ОЦМ) по направлениям: вверх, вверх-вперед, вперед, по кругу (если упражнение выполняется вокруг горизонтально расположенных грифа перекладины, жерди брусьев и т.п.), назад, вниз; толчка или броска; вращения тела спортсмена вокруг оси, проходящей в области ОЦМ и др.

Нетрудно видеть, что данный способ создает напутственные условия, которые могут активно влиять на технику выполнения упражнения и реализовать программы перемещения ОЦМ тела спортсмена (программу места), его вращения (программу ориентации), а также обе эти программы одновременно.

Подобные тренажеры, оказывая на спортсмена-инвалида физическое воздействие, позволяют компенсировать недостающие компоненты их физической подготовленности или, напротив, мобилизовать имеющиеся резервы; создают безопасные условия выполнения упражнения, что обеспечивает благоприятный эмоциональный фон занятий; помогают освоить наиболее совершенную координационную структуру двигательных действий. Возможность воспроизведения за спортсмена программы перемещения ОЦМ тела и его вращения позволяет организовать недоступный при традиционном обучении поток

объективной информации к спортсмену в период выполнения им упражнения. Причем информации, адресованной не только зрительному анализатору, но и непосредственно воспринимающим движение проприорецепторам. Данная особенность тренажеров, обеспечивающих возможность формирования необходимых ощущений и восприятий самого действия и условий, в которых оно осуществляется, делает их очень полезными для тренировки инвалидов самых различных нозологических групп.

В связи с многообразием видов физкультурно-спортивной деятельности имеется очень много вариантов конструкций тренажеров данного класса, особенно в таких видах спорта, как гимнастика, легкая атлетика, плавание. Часто такие тренажеры называют устройствами «облегчающего лидирования».

Пятым способом воздействия тренажеров на спортсмена является управление его суставными движениями (в одном, двух или нескольких суставах). Данный способ, обеспечивая с помощью искусственных условий выполнение всей или той или иной части программы изменения позы (суставных движений), позволяет спортсмену с самых первых попыток осваивать эталонный (оптимальный) вариант двигательного действия, минимизировать возможности образования и закрепления двигательных ошибок.

В отличие от тренажеров рассмотренных классов, включающих в себя большее или меньшее число компонентов искусственной управляющей среды, тренажеры, управляющие суставными движениями человека, реализуют ее функции в полном объеме и гарантируют выполнение заданного кинематического рисунка упражнения, ритмо-скоростной основы формируемого навыка не только при отсутствии так называемого внутреннего управления со стороны обучаемого, но и при неправильных попытках последнего осуществить это управление (С.П. Евсеев, 1985, 1987, 1992). Это объясняется тем, что подобные тренажеры воспроизводят суставные движения, являющиеся первопричиной любых произвольных двигательных действий человека. Таким образом, нацеленность рассматриваемых тренажеров на главные целевые объекты обучения –

движения в суставах отличает их от всех тренажеров, изменяющих внешнюю среду, но предоставляющих поиск правильной техники самому занимающемуся.

В тренажерах, управляющих суставными движениями спортсмена, возможна совершенно безопасная работа занимающегося с недостаточным уровнем развития двигательных качеств, работа вполсилы, с незначительной интенсивностью усилий, что позволяет сосредоточить его внимание на осознании мышечных ощущений, снизив контроль за исполнительской частью действия. При этом спортсмен гарантирован от ошибок, падений, травм. Активный поиск и отработка вначале перцептивных действий, позволяющих построить адекватный задаче образ упражнения и условий его выполнения с опорой на сохраненные анализаторы, затем необходимых управляющих движений, осуществляемых занимающимся в тренажерах, ограничивающих выход звеньев его тела за границы допустимого диапазона отклонений и воспроизводящих оптимальную программу позы, является главной отличительной чертой описываемого подхода к освоению спортивных двигательных действий инвалидами.

Конкретные конструкции тренажеров, управляющих суставными движениями спортсмена, описаны в работе С.П. Евсеева (1991, 1992) и его учеников.

Шестой способ воздействия тренажеров на спортсмена заключается в осуществлении электростимуляции напряжения тех или иных мышечных групп. В отличие от пятого способа, в котором тренажеры воспроизводят кинематику суставных движений человека извне, в данном способе технические средства самым активным образом вмешиваются в процесс управления двигательным действием путем моделирования командных (эфферентных) сигналов к мышцам занимающегося. Однако эти тренажеры достаточно сложны и пока очень редко применяются в спорте.

Таковы основные способы оптимизации процесса освоения двигательных действий и развития физических качеств и способностей с помощью тренажеров, способы оптимизации энергосилового взаимодействия спортсмена с внешней средой

и предъявления ему информации по каналу прямой связи. Если попытаться кратко выразить взаимодействия тренажеров и спортсмена в выделенных способах, то можно сказать, что при первом способе они «облегчают» действия спортсмена, при втором – «стимулируют», при третьем – «направляют» их, при четвертом – «помогают» спортсмену, при пятом – «управляют» перемещением звеньев и при шестом – «посылают команды» к мышцам занимающегося.

Второй важной задачей, стоящей перед тренажерами, является объективизация сторонней (дополнительной) информации, поступающей по каналу обратной связи (т.е. информации о совершенных спортсменом действиях).

Так же как и при классификации тренажеров по первому признаку, выделим основные способы взаимодействия технических средств со спортсменом.

Первым способом такого взаимодействия является обеспечение спортсмена и тренера срочной или текущей информацией о тех или иных характеристиках движений занимающегося. Обычно средства, реализующие данный способ, дополнительно подразделяются по основным параметрам движений (временным, пространственным, силовым, ритмическим и др.) (В.С. Фарфель, 1975).

Вторым способом взаимодействия тренажеров со спортсменом является обеспечение его и тренера срочной или текущей информацией о допущенных ошибках. Отличительной особенностью технических средств, реализующих данный способ, является то, что они, как правило, оснащены приборами для автоматической оценки ошибок занимающегося.

В заключение подчеркнем, что оснащение сооружений спортивного назначения рассмотренными в данном разделе средствами позволит обеспечить реальную доступность организации и проведения спортивно-оздоровительной работы с инвалидами и поднять на новый качественный уровень деятельность специалистов по комплексной реабилитации и социальной интеграции данной категории населения России.

СРЕДСТВА ПРОТЕЗНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ

- ❖ *Технические средства для инвалидов с дефектами верхних конечностей*
- ❖ *Технические средства для инвалидов с дефектами нижних конечностей*



Прогресс в области развития и совершенствования физической культуры и спорта инвалидов с поражением опорно-двигательной системы связан с решением широкого круга вопросов, в частности, методического, медицинского, технического и социального характера. Практически все аспекты этой проблемы находят свое решение, хотя удельный вес их неодинаков. Несмотря на то, что все аспекты невозможно охватить в рамках одного издания, можно отметить, что с медицинской точки зрения участие инвалидов в спортивных мероприятиях способствует восстановлению функциональных возможностей организма, совершенствованию адаптационных реакций, восстановлению психологического равновесия и в целом дает возможность вернуться к полноценной жизни. Адекватная двигательная активность является ведущим фактором в профилактике и лечении гипокинетического синдрома, метаболических нарушений, восстановлении вегетативной регуляции, повышении жизненного тонуса. Социальная значимость физической культуры и спорта инвалидов огромна. Многочисленными исследованиями в этой области доказано, что их роль не ограничивается только совершенствованием физических качеств, большое значение имеет формирование ряда важных морально-этических и волевых качеств, они способствуют сближению и общению инвалидов, самоутверждению в обществе. Социальный эффект спортивной деятельности настолько велик, что она занимает второе место по значимости после работы в сфере производства. Именно спорт создает необходимые психологические установки, необходимые для интеграции инвалидов в общество.

Одним из важнейших факторов, стимулирующих развитие физической культуры и спорта инвалидов, является разработка

специальных технических средств и протезной техники, позволяющих людям после ампутации конечностей, поражения спинного мозга продолжать активные физические тренировки, участвовать в спортивных соревнованиях, вести активный образ жизни и т.д.

Следует отметить, что в настоящее время сложились два основных методических подхода к применению специальных технических средств и протезно-ортопедической техники. Первый из них сводится к проведению физических тренировок без применения каких-либо технических средств. В основном это касается командных видов спорта, таких как сидячий волейбол, футбол после ампутации нижних конечностей, водное поло, легкая атлетика, плавание, метательные виды спорта и т.д. Данный подход основывается на целесообразности тренировки и развития остаточных двигательных возможностей и формирования функциональных компенсаций, что, несомненно, имеет существенное значение для инвалидов с поражением опорно-двигательной системы. Данный подход практикуется при проведении крупных международных соревнований и Параолимпийских игр, где все участники с заболеваниями и поражением опорно-двигательной системы соревнуются без применения средств специальной протезно-ортопедической техники, а достигнутые результаты являются итогом тренировки физических и моральных качеств человека.

С другой стороны, занятия многими видами спорта были невозможны без применения специальных технических средств. В этой связи, с развитием рекреационного направления в физкультурном и спортивном движении, когда основная цель видится в совершенствовании двигательных качеств и стимулировании двигательной активности, сформировался второй, очевидно, более рациональный подход. Его основой является обязательное применение средств протезно-ортопедической техники для занятий спортом и физической культурой. Арсенал технических средств, приспособлений, специальных протезов весьма разнообразен как по оригинальности техниче-

кого решения, так и по функциональным качествам, что позволяет инвалидам с дефектами верхних и нижних конечностей заниматься практически любым видом спорта, вести активный образ жизни.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ С ДЕФЕКТАМИ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Для инвалидов с ампутационными дефектами верхних конечностей на уровне кисти отечественной промышленностью в прошлые годы был освоен ряд простых приспособлений и насадок к рабочим протезам для занятий физической культурой. В частности, разработаны приспособления для удержания лыжной палки, хоккейной клюшки, управления велосипедом и ласта для плавания, насадки к рабочим протезам, предназначенные для пользования гантелями. Перечисленные изделия отличались простотой конструкции, обладали небольшим весом, были достаточно удобны в эксплуатации.

Приспособление *для управления велосипедом* выпускалось как в правостороннем, так и левостороннем исполнении. Оно состояло из пластмассового корпуса, приемной гильзы для культи кисти и металлического узла крепления к рулю велосипеда. Узел крепления и пластмассовый корпус были соединены между собой резиновым амортизатором для смягчения ударов при езде по неровной поверхности и могли поворачиваться друг относительно друга с целью обеспечения поворотов при езде. Приемная гильза, в свою очередь, жестко крепилась к пластмассовому корпусу.

Определенный интерес представляет приспособление *для плавания*. Оно состояло из пластмассовой ласты, по площади близкой к поверхности ладони, двух стяжек, охватывающих культю кисти и дистальную часть предплечья, на которых имела лента велкро для крепления ласты. Общий вид приспособления

собления показан на рис. 1. Простота конструкции определяла небольшой вес. Использование приспособления обеспечивало выполнение полноценного гребка усеченной конечностью.

Насадка на рабочий протез *для удержания лыжной палки* состояла из подпружиненного стакана, одеваемого сверху на лыжную палку и связанного через стержневую ось вращения с хвостовиком для фиксации в приемнике рабочего протеза. Имелась скоба с отверстием для зуба, крепящегося с помощью хомута к лыжной палке и предназначенного для жесткой связи хвостовика с лыжной палкой в начальный момент движения.

Насадка на рабочий протез *для пользования гантелями* представляла собой полиэтиленовую скобу, обхватывающую среднюю часть гантели, причем на одной стороне полиэтиленовой скобы имелась металлическая пластинка с закрепленным на ней хвостовиком для крепления в приемнике рабочего протеза, на противоположной стороне скобы – два винта, стягивающие ее края. Общий вид насадки показан на рис. 2.

Для инвалидов с дефектами на уровне лучезапястного сустава или нижней трети предплечья было предложено приспособление, состоящее из полиэтиленовой приемной гильзы с кожаным ремешком для крепления и специального зажима, жестко закрепленного на торце приемной гильзы. С помощью этого приспособления появлялась возможность удержания гантели, как показано на рис. 3, или выполнения упражнений на тренажерах, например брусьях консольных (рис. 4).

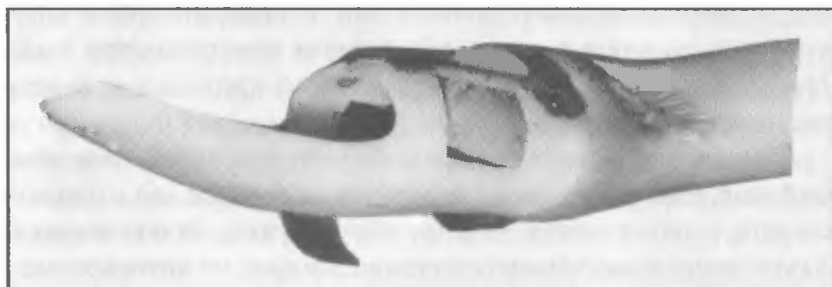


Рис. 1. Лапа для плавания инвалидов с дефектом кисти

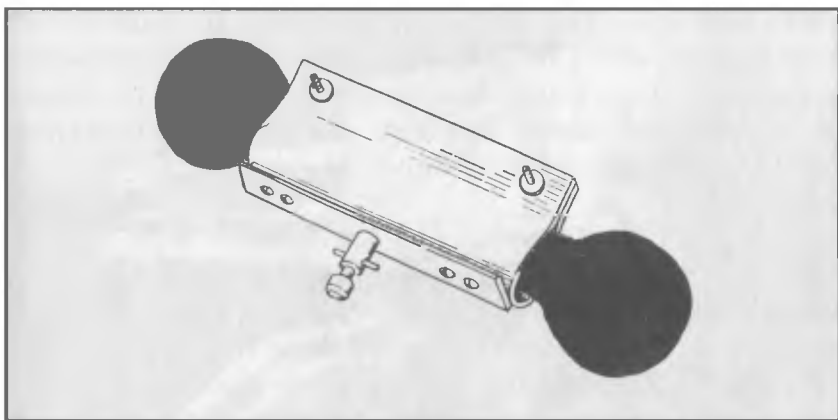


Рис. 2. Насадка к рабочему протезу для пользования гантелями

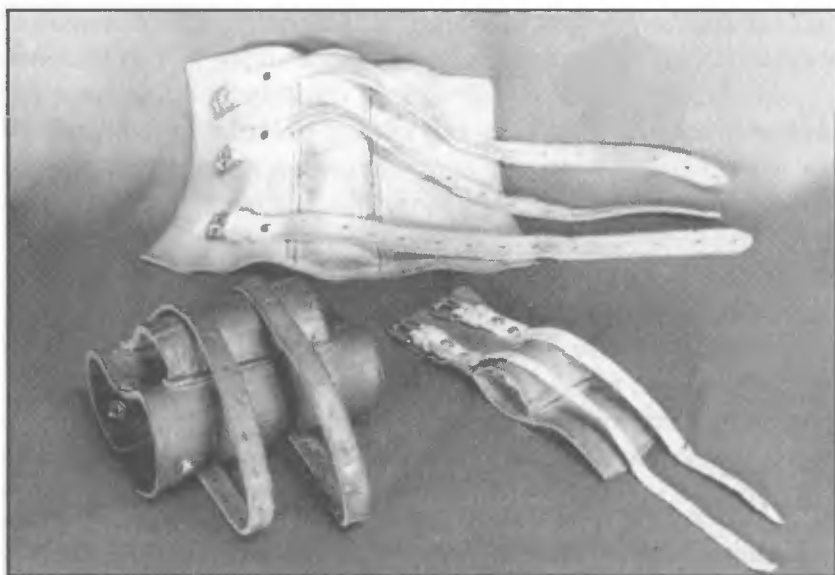
Особое место занимают технические средства и приспособления для спортивных игр, таких как настольный теннис, бадминтон, гольф, бейсбол и др. Игра в *настольный теннис* может осуществляться после ампутации пальцев, пястных костей, предплечья, плеча. В.К. Добровольским и соавт. (1978) были предложены различные варианты крепления теннисной ракетки в зависимости от уровня ампутации верхних конечностей, а также разработаны особенности обучения игре. Простейшие приспособления для крепления ракетки выполнялись



Рис. 3. Приспособление для удержания гантели после ампутации на уровне предплечья



Рис. 4. Удержание ручек тренажера с помощью приспособления



*Рис. 5. Различные варианты манжеток для крепления теннисной ракетки
(по В.К. Добровольскому и соавт., 1978)*

в виде манжетки с накладным карманом, в котором фиксировалась рукоятка (рис. 5). Эти варианты рекомендовались инвалидам после ампутации на уровне кисти или предплечья. Помимо этого была предложена дополнительная облицовка рукоятки ракетки вспененным полиэтиленом, что улучшало захват и удержание рукоятки искусственной кистью протеза предплечья.

Облицовка обеспечивала плотное прилегание рукоятки к кисти протеза и предотвращала ее вращение или выпадение во время игры. Вместе с этим инвалидам с культей предплечья или плеча изготавливались приспособления, состоявшие из полиэтиленовой приемной гильзы, выполненной индивидуально методом блокирования по гипсовой модели культы, на торце гильзы имелся приемник, в котором жестко крепился хвостовик, закрепленный на рукоятке ракетки. Приспособление для игры в настольный теннис после ампутации на уровне плеча показано на рис. 6. Для инвалидов с культей предплечья после

расщепления по Крукенбергу приспособление для удержания теннисной ракетки состояло из двух полуцилиндров, закрепленных на рукоятке. Это приспособление изготовлялось индивидуально, в зависимости от длины бранш, их объема и т.д. Ракетка удерживалась активным сжатием бранш расщепленной культи.

Для игры в бадминтон при дефекте кисти было предложено приспособление, состоящее из полиэтиленовой приемной гильзы с кожаным ремешком для фиксации на уровне запястья. В торцевой части полиэтиленовой гильзы жестко фиксировался стандартный приемник от рабочего протеза, к которому с помощью хвостовика крепился зажим, в котором, в свою очередь, устанавливалась ракетка для игры в бадминтон. На рис. 7 показано приспособление, на рис. 8 – фрагмент игры.

Многие спортивные игры и некоторые виды спорта требуют сочетанного усилия кисти и предплечья для удержания

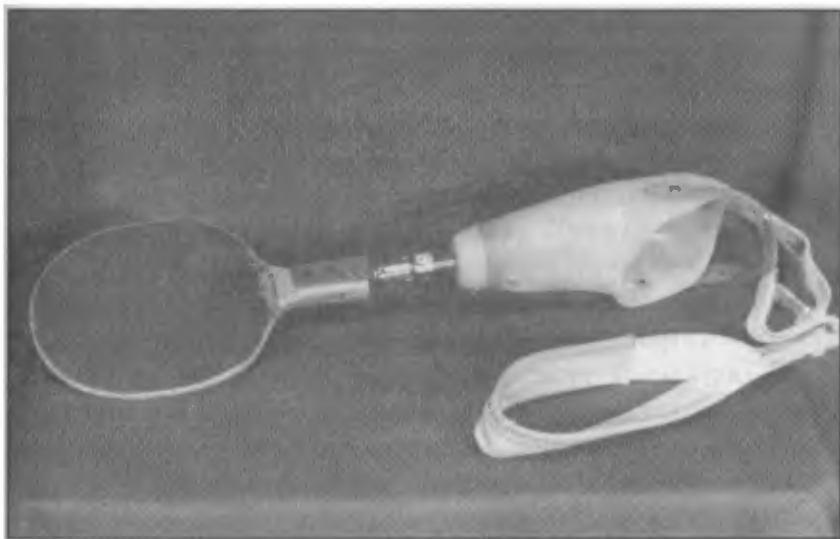


Рис. 6. Приспособление для игры в настольный теннис после ампутации на уровне плеча (по В.К. Добровольскому и соавт., 1978)

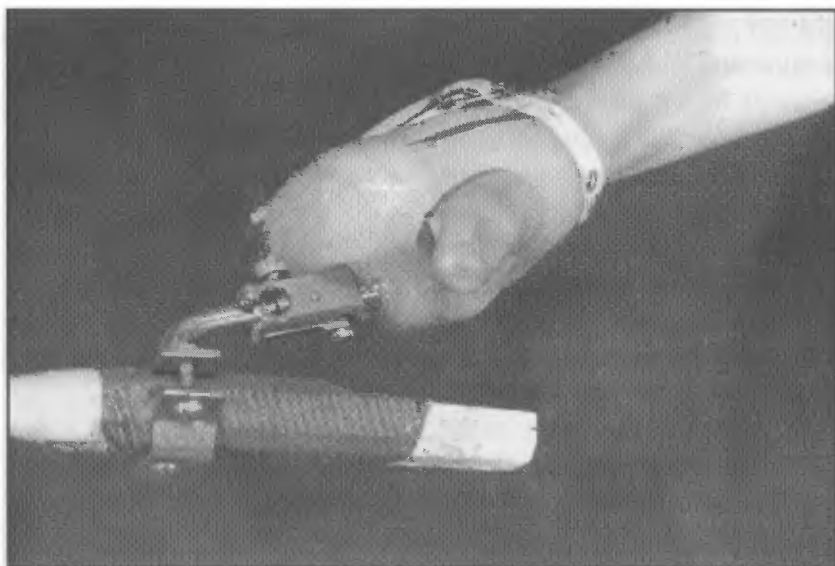


Рис. 7. Приспособление для удержания ракетки для игры в бадминтон

спортивных снарядов и выполнения игровых движений. Хорошо известно, что *игра в гольф* требует от игрока сильного размаха клюшкой и нанесения сильного и точного удара. Достичь эффективного удара можно только удерживая клюшку обеими руками. Несмотря на то, что некоторые инвалиды добиваются определенных успехов, играя одной рукой, все же они не могут достичь силы удара и координации движений, свойственных двуручному схвату. Для инвалидов с дефектом на уровне предплечья R.P. Bhala et al., (1982) разработано специальное устройство для удержания клюшки для гольфа.

В дистальной части имелся полуовальной формы продолговатый захват, в который вставлялась клюшка и фиксировалась с помощью зажима. Захват вместе с клюшкой устанавливался под углом 10° к основной части устройства. В проксимальной части имелся специальный переходник, который соединялся с протезом предплечья. Вся конструкция имела полиуретановое покрытие. Схема устройства показана на рис. 9.

Пользуясь этой конструкцией, инвалид имел возможность правильно удерживать клюшку и выполнять игровые движения, по наблюдениям авто-ров, по силе, амплитуде, точности удара близкие к выполняемым здоровым человеком.

Для инвалидов после ампутаций обеих верхних конечностей на уровне предплечий разработана другая конструкция: клюшка с удлиненной ручкой, которая своим торцом крепилась к приемной гильзе. Приемная гильза с захватом локтевого сустава имела дополнительную манжетку на плечо и крепление подмышечной петлей. В протезе второго предплечья крепился крючок, удерживавший клюшку на



Рис. 8. Игра в бадминтон после ампутации кисти

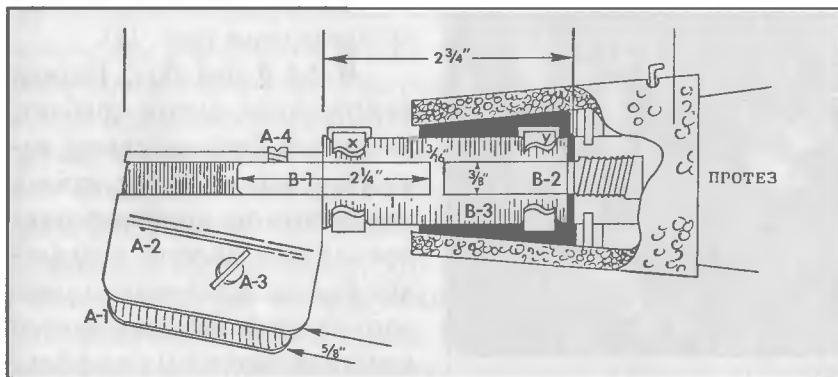


Рис. 9. Схема устройства для удержания клюшки для гольфа
(по R.P. Bhala et al., 1982)

уровне верхней трети и имеющий возможность перемещения вдоль клюшки (G. Rubin et al., 1983). Этими же авторами было предложено аналогичное крепление рукоятки ракетки для игры в бадминтон.

Благодаря большой популярности гольфа в англоязычных странах Американской ассоциацией гольфа разработаны правила, регламентирующие использование различных приспособлений (USGA 14-3/15). В соответствии с ними было сконструировано и выпускалось серийно специальное устройство, получившее название – захват для игры в гольф после ампутации (Amputee Golf Grip – AGG). Использование этого устройства инвалидом с культей предплечья показано на рис. 10. В устройстве использовался гибкий упругий элемент, в котором клюшка фиксировалась и посредством которого соединялась с протезом предплечья. Сама клюшка при этом не требовала какой-либо модификации. Гибкий элемент обеспечивал необходимый объем движений относительно протеза и, кроме этого, мог вытягиваться. Вместе с этим AGG позволял осуществлять вращение ручки в неограниченном объеме (B. Radocy, 1987). Автором также приводится другая конструкция приспособления для удержания клюшки. Она выполнена в виде полуовального захвата, в котором фиксируется клюшка, установленного



Рис. 10. Захват для игры в гольф после ампутации предплечья (по В. Radocy, 1987)

под небольшим углом к протезу предплечья (рис. 11).

Игра в бейсбол. Размах бейсбольной битой требует, во-первых, функции схвата, во-вторых, что наиболее важно, динамического комбинированного усилия кисти и предплечья (так называемого «локтевого удара»). Без энергичного взмаха теряется сила и эффективность удара. Для обеспечения стибательных и разгиба-



Рис. 11. Приспособление для удержания клюшки (по В. Radocy, 1987)

тельных движений, а также приведения и отведения в лучезапястном сочленении предложена установка шарового шарнира. Наличие шарового сочленения обеспечивает свободные движения во всех плоскостях и адаптирует искусственную кисть к необходимым игровым движениям. В конструкции шарнира предусматривался специальный зажим, обеспечивающий его фиксацию при выполнении других действий и функций. Пользуясь этой конструкцией протеза, инвалид с культей предплечья получал возможность выполнять все необходимые игровые движения и участвовать в игре наравне со здоровыми людьми.

Помимо точного удара битой, в ходе игры требуется ловля мяча специальной перчаткой. Наблюдения за игровыми действиями свидетельствуют, что для выполнения захвата мяча также необходим полный объем движений в лучезапястном, локтевом и плечевом суставах. В этой связи разработана оригинальная конструкция перчатки для ловли мяча при дефектах предплечья, обеспечивающая игровые движения во всех положениях (Х.Т. Truong et al., 1986; В. Radocy, 1992).

Стрельба из лука. Современные конструкции луков могут быть легко адаптированы к некоторым серийно выпускаемым видам зажимных устройств (зажимов) протезов верхних конечностей. На рис. 12 показано, как рукоятка лука может быть адаптирована к такому протезу. Рукоятка лука обворачивается несколькими слоями резины и пенопласта, зажимное устройство протеза надежно удерживает лук. Стрельба из лука может осуществляться и после ампутации обоих предплечий. При этом лук удерживается протезом, а на культе другого предплечья к приемной гильзе фиксируется специальный зажим, в который вставляется стрела. С помощью зажима натягивается тетива и после прицеливания – отпускается (рис. 13). Для инвалидов с высоким уровнем ампутации верхней конечности, вычленением в плечевом суставе, а также с нарушением функции конечности, предложена специальная конструкция адаптированного лука – T/Wrigh Bow Brace, разработанная Томом Райтом, который сам страдал вялым параличом вследствие полиомиелита. Эта конструкция лука удерживалась одной рукой, устройство обеспечивало натяжение тетивы, установку стрелы, а также возможность прицеливания. Для осуществления пуска стрелы достаточно было только улыбнуться. Для охотников лук снабжался камуфляжем.



Рис. 12. Фиксация лука в протезе предплечья (по В. Radocy, 1987)

Другая конструкция лука, предлагаемая реабилитационным центром Courage Center, представляла собой четырехугольной формы площадку, на которую становился стрелок, в передней части площадки имелась деревянная вертикаль-



*Рис. 13. Стрельба из лука после ампутации обоих предплечий
(по В. Radocy, 1987)*

ная стойка, к которой крепился лук. Эта конструкция также создавала возможность стрелять из лука только одной рукой.

Гребля. Определенное внимание уделялось возможности удержания весла и выполнения гребковых движений при дефектах предплечья. Выполнение гребковых движений требует функции схвата кистью и энергичных движений всей верхней конечностью. Для удержания однолопастного весла (гребля на каноэ) с успехом могут применяться обычные зажимные устройства. Однако, само весло требует модернизации, которая заключается в некотором утолщении для адаптации к размерам зажимного устройства и сверлении отверстия на уровне утолщения, в которое вводится «большой палец» зажимного устройства (рис. 14). Такой вариант обеспечивает удержание весла протезированной конечностью. При необходимости

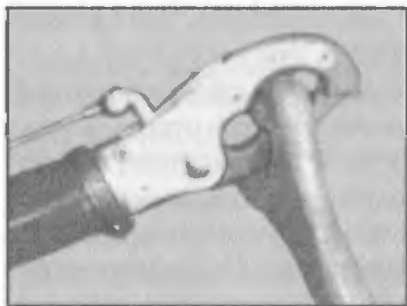


Рис. 14. Удержание однолопастного весла (по В. Radocy, 1987)



Рис. 15. Приспособление на весле для гребли протезом (по В. Radocy, 1987)



Рис. 16. Гребля двулопастным веслом (по В. Radocy, 1987)

движений. Для удержания весла также используются стандартные протезные изделия (рис. 16). Имеющиеся на самом весле резиновые кольца препятствуют стеканию воды при его подъеме и, соответственно, скольжению зажима. Учитывая значительные по амплитуде движения верхних конечностей при гребле двулопастным веслом, может происходить соскальзывание зажима. В таких случаях для предотвращения соскальзывания устанавливаются дополнительные фланцы или упоры (В. Radocy, 1987).

выполнения гребковых движений протезированной конечностью используются те же средства протезной техники. На самом весле в месте захвата его зажимным устройством из пористого материала, например резины, устанавливается дополнительное приспособление, препятствующее скольжению зажима и адаптирующее диаметр весла к его размерам (рис. 15).

При пользовании двулопастным веслом (гребля на байдарке) от инвалида требуется определенный навык и координация



Рис. 17. В. Radocy во время занятий альпинизмом

Помимо спортивных игр и активного отдыха можно отметить и менее доступные и популярные виды спорта, например альпинизм. Он привлекает инвалидов-энтузиастов. На рис. 17 показан В. Radocy, автор многочисленных публикаций, описывающих различные приспособления и изделия для спортивных занятий и рекреации инвалидов, во время занятий альпинизмом. Он использовал протез предплечья со стандартным зажимом, позволяющим удерживать веревку и выполнять необходимые действия во время восхождения, и достиг определенных успехов в этом виде спорта.

В целом можно констатировать, что для инвалидов, перенесших ампутации верхних конечностей на уровне кисти или предплечья, разработаны различные виды приспособлений, средств протезной техники, позволяющих участвовать в различных спортивных играх, вести активный образ жизни, заниматься различными видами спорта. Для инвалидов с высокими уровнями ампутации – на уровне плеча, после вычленения в плечевом суставе технических средств для занятий физической культурой, спортом значительно меньше. Только единичные разработки дают возможность этим людям приобщиться к отдельным видам спортивной деятельности. Такое положение обусловлено, главным образом, недостаточной функциональностью культи плеча, особенно после ампутации в проксимальном отделе, что ограничивает ее участие в двигательных актах, необходимых для тех или иных спортивных игр или видов спорта.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ С ДЕФЕКТАМИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Известно, что после ампутации нижних конечностей происходит существенное изменение функционального состояния организма и снижение его резервных возможностей. Регулярные физические тренировки, занятия спортом способствуют

повышению и поддержанию функциональных возможностей и физической работоспособности. Вместе с этим занятия некоторыми видами спорта, например бегом, ходьбой на лыжах, требуют выносливости, тренированности кардио-респираторной и опорно-двигательной систем. В этой связи низкая двигательная активность, детренированность организма, резкое ослабление мышц культи могут быть причиной, ограничивающей физические тренировки.

Занятия спортом, в большинстве случаев, требуют применения специальных средств протезной техники. Для занятия бегом необходимы специальные энергосберегающие искусственные стопы, гидравлические или пневматические коленные модули, специальные конструкции приемных гильз и другие узлы, обеспечивающие снижение ударных нагрузок на ткани культи, общую нагрузку на организм человека и существенно улучшающие технику бега. Для плавания используются специальные протезы из водостойких материалов. Наиболее важной частью любого протеза является приемная гильза, во многом определяющая эффективность его использования. Выбор узлов, материалов, конструкции протеза определяется с учетом уровня ампутации, анатомо-функциональных особенностей культи, степенью двигательной активности, психологическими и физическими данными инвалида, видом спорта и другими факторами.

Бег

Бег рассматривается как одно из наиболее эффективных средств физической тренировки. Одновременно он является одним из наиболее трудных видов деятельности для инвалидов, перенесших ампутации нижних конечностей. Это обусловлено значительным напряжением мышечной системы, ударными нагрузками на культю в момент касания искусственной стопой поверхности опоры и т.д. Занятия бегом требуют хо-

рошего функционального состояния мышц культи, связочного аппарата суставов, кожных покровов. Многие инвалиды могут бегать на небольшие дистанции, однако бег на длинные дистанции доступен немногим. Длительный бег требует соответствующей физической подготовленности, выносливой культи, специальных протезов и большой личной мотивации.

При занятиях бегом существенное значение имеет поверхность беговой дорожки. Так, например, бег по траве является менее напряженным, чем по бетонной поверхности. Однако бег по траве субъективно оценивается как более трудный ввиду неровностей поверхности, что нарушает ритмичность движений, требует дополнительных компенсаторных движений для сохранения равновесия, может быть причиной падения. Вместе с этим бег по траве сопровождается уменьшением силы реакции опоры, снижается эффективность действия энергосберегающих искусственных стоп. В противоположность травяным беговым дорожкам бетонные считаются более эффективными при использовании энергосберегающих стоп, которые в этом случае не снижают своих качеств в плане энергонакопления. Ровная бетонная поверхность позволяет бегуну развивать большую скорость, поддерживать равномерный темп движений и совершенствовать технику бега. Наиболее эффективным признается использование беговых дорожек с синтетическим покрытием, обладающих достаточной жесткостью и одновременно пружинящими свойствами.

Разработка и производство энергосберегающих искусственных стоп относятся к началу 80-х годов в США. Одной из первых была предложена стопа типа Seattle Foot, разработанная центром научных исследований в области протезирования совместно с авиационной фирмой «Боинг» в 1981 году. Особенностью стопы являлась продольная пластина (киль) в основании, представляющая многослойную конструкцию из стекловолокна. Концепция стопы заключалась в том, что с возрастанием темпа движения и увеличения нагрузки приходили в действие более жесткие участки пластины. В целом действие

стопы сравнивалось с механизмом действия пружинной подвески колес автомобиля. В дальнейшем в 1985 году конструкция стопы была модернизирована. Модернизация заключалась в установке блока болтов, цельного основания (киля) из дельрина, передняя часть и основание пальцев стопы были заполнены вставкой из кевлара. Вся конструкция размещалась в косметической оболочке из полиуретана, выполненной методом инъекционной плавки. Схематический разрез стопы показан на рис. 18. Ввиду частых повреждений стопы в области основания пальцев, т.е. в месте наибольшей нагрузки, в последующем была установлена дополнительная полиуретановая конструкция с целью повышения сопротивления разрыву. Позднее появились стопа *Life Molds* и ее модификация *Ladies Molds*, которые также имели основание, выполненное из дельрина. С целью повышения прочности конструкции блок болтов, обеспечивающий крепление стопы к голеностопному модулю, был заменен горячей клеевой плавкой.

Радикально иной подход к разработке искусственных стоп использован при создании стопы типа *Flex-Foot*. Сама идея этой стопы принадлежала Вэну Филлипсу, американскому инженеру, перенесшему ампутацию на уровне голени. Оригинальная по форме конструкция стопы из углеродного волокна, способная аккумулировать энергию, очень отличалась от большинства других искусственных стоп. Важной особенностью данной конструкции являлся индивидуальный подход при ее изготовлении: учитывался вес пациента, уровень двигательной активности, в зависимости от которых определялась индивидуальная толщина уплотняющих волокон. Плавка под высоким давлением обеспечивала наилучшее соотношение между прочностными и весовыми характеристиками. Весь процесс изготовления искусственной стопы занимал несколько недель. Несмотря на высокую стоимость изделия и технологические трудности, достигалась возможность создания большого количества разнообразных по функциональным качествам изделий. Недостаток этой конструкции стопы заключался в том, что мини-

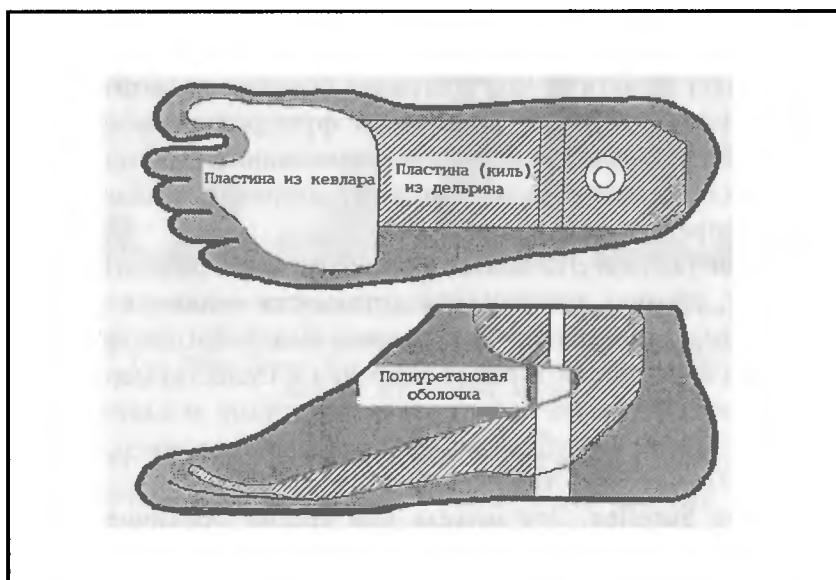


Рис. 18. Схематичный разрез стопы Seattle Foot (по J. Michael, 1987)

мальное расстояние от конца культы до поверхности опоры должно быть не менее 5 дюймов (12,5 см). Однако ее преимущества в плане «накопления» энергии компенсировали этот недостаток. «Накопление» энергии при движении происходило по всей длине конструкции. В целом эта стопа обеспечивала эластичные и упругие свойства искусственной конечности при ходьбе и беге, отличалась высокой надежностью. Косметическая оболочка стопы дополняла высокие потребительские качества. Оболочка изготавливалась из вспененных полимерных материалов, не ограничивающих прогибания модуля стопы. Для мужской и женской стоп существовали свои косметические оболочки (J. Michael, 1987). Общий вид искусственной стопы типа Flex-Foot показан на рис. 19. В качестве подтверждения высокой надежности стопы Е.М. Burgess et al. (1992) приводят пример инвалида-спортсмена, игравшего в футбол в течение двух сезонов без каких-либо поломок протеза. Считалось, что эта конструкция стопы наиболее подходит для бега на длинные дистанции. Она обладала макси-

мальным энергосберегающим потенциалом и одновременно была очень легкой.

Следует отметить, что, учитывая большие возможности в плане создания стоп с различными функциональными качествами, были разработаны восемь разновидностей стопы Flex-Foot с различными показаниями к назначению (I. Callan, 1995), которые представлены на рис. 20.

Стопа Variflex. Эта модель предназначалась пациентам, чей рост, вес, уровень двигательной активности меняются (например, детям). Это одна из самых легких моделей, одновременно имеющая простейший вариант подгонки к существующим приемным гильзам за счет использования втулок и адаптеров с несущим модулем-трубкой диаметром 30 мм (например, втулок фирмы OTTO-BOCK 4P52 или Endolite SR3602).

Стопа Sureflex. Эта модель при сборке соединительных элементов похожа на модель Variflex. Она назначается паци-



Рис. 19. Протез голени с энергосберегающей стопой Flex-Foot (по J. Michael, 1987)

ентам с низкой двигательной активностью и пожилым людям. Для создания оптимального действия стопы используются три типа пластин различной плотности, лежащих в основании стопы. Из всех моделей стопы Flex-Foot она обладала самой низкой отдачей энергии, однако превосходила по этому показателю стопу типа Seattle Foot.

Стопа Airflex. Эта модель использовалась для инвалидов, уровень активности которых меняется в течение всего дня. Изменение уровня активности компенсируется специальной регулировкой давления в по-



*Рис. 20. Модули искусственной стопы Flex-Foot (слева направо):
Low Profile Symes, Flex Walk 11, Flex Symes, Reflex (VSP),
Modular 111, Variflex, Airflex*

лостях стопы. При этом очевидно, что отпадала необходимость иметь отдельно протезы для ходьбы и для занятий спортом. Отбор пациентов для протезирования с применением этой стопы производился очень тщательно, при этом уделялось внимание не только пониманию ими устройства модели стопы и ее регулировки, но и реальных условий ее применения.

Стопа Modular 111. Это наиболее распространенная модель стопы Flex-Foot, которая использовалась для молодых и пожилых пациентов, ведущих активный образ жизни. Эта модель обеспечивала самую высокую энергоотдачу при динамических нагрузках, соответствовала всем возможным вариантам соединительных элементов из графита и Т-образных стоек.

Стопа Reflex. Имела дополнительную боковую пружину и вертикальную противоударную трубку (VSP). Сочетая амортизирующие свойства вертикальной противоударной трубки с энергоотдачей, эта стопа обеспечивала наиболее естественную ходьбу. Механизм взаимодействия элементов стопы сводился к следующему: в момент касания поверхности опоры телескопическая вертикальная противоударная трубка «втягивалась», боковая пружина из углеродного волокна немного прогибалась, практически полностью поглощая удар, при этом вибрация полностью отсутствовала.

Несмотря на то, что эта модель стопы могла назначаться всем инвалидам, ее применение несколько ограничивалось из-за некосметичного вида боковой пружины. Использование вспененных материалов для косметической отделки трубки голени оказывало тормозящее влияние на действие всего модуля. Помимо этого косметическую оболочку делали съемной для обеспечения смазки вертикальной противоударной трубки. В зависимости от активности пациента эта процедура должна была проводиться примерно один раз в месяц.

Стопа Flex-Walk 11. Эта модель предназначалась для ежедневного использования, когда пациент только от случая к случаю занимался спортом. Она рекомендована пациентам с длинной культей голени и приспособлена к различным системам крепления приемной гильзы.

Стопа Flex Symes. Эта конструкция стопы очень похожа на модель Modular 111. Разработаны два варианта соединительных элементов и креплений. Кроме того, стопа наиболее приемлема при протезировании детей, поскольку особенности соединительных элементов позволяли изменять высоту конструкции в соответствии с ростом ребенка. Более косметичным и надежным вариантом крепления являются приемы ламинирования модуля акрилатными смолами непосредственно к приемной гильзе. Однако оба варианта имели ограниченные возможности центровки соосности и применения котиловочных элементов для коррекции схемы сборки.

Стопа Low Profile Symes. Эта модель являлась альтернативной варианту Flex Symes и показана при протезировании длинной культи голени после ампутации по Пирогову или по Сайму. В этом случае модуль прикреплялся непосредственно к изогнутой ламинированной пластине на дистальном конце приемной гильзы. Это более косметичный вариант, чем вышеописанный модуль Flex Symes. В этой конструкции появилась возможность тыльного и подошвенного сгибания юстировкой в пределах 20°.

Соединительные элементы для стоп Flex-Foot весьма разнообразны. Разработаны четыре варианта Т-образных стоек

из графита: первый вариант Т-образной стойки использовался при длинных культях голени; второй вариант – Т-стойка с пластиной-адаптером для прикрепления к жестким несущим гильзам голени; смещающаяся Т-стойка, позволяющая иметь четыре переднезадних положения трубки голени за счет ротации Т-стойки на 180° ; стойка Т с пазами или отверстиями, которую можно монтировать с другими элементами-адаптерами, например, фирмы ОТТО-ВОСК, Blatchford. В последнем варианте допускался наклон гильзы на $6-10^\circ$, линейное смещение на 1,9 см, диагональное смещение на 2,54 см и ротация на 360° . Сборка (компоновка) стопы зависела от уровня активности пациента. Как правило, передний отдел стопы ретировался кнаружи на $5-7^\circ$. Чем выше уровень активности пациента, тем больше допускалось смещение приемной гильзы кпереди над модулем стопы.

В середине 80-х годов фирмой Ohio Willow Wood Company по заказу лаборатории MAUCH была создана специальная косметическая оболочка для искусственной стопы и гидравлической лодыжки MAUCH на основе микроклеточных полиуретановых эластомерных сплавов и разработана композитная углеродистая конструкция пластины (киля). Результатом работы явилось создание стопы типа **Carbon Copy 1** с относительно жесткой оболочкой. В 1986 году в результате дальнейших разработок появилась более совершенная конструкция искусственной стопы, получившая название **Carbon Copy II**. Во многих отношениях эта стопа представляла собой синтез достижений, полученных при создании предыдущих конструкций. Стопа была выполнена в виде монолитной конструкции с лодыжкой и имела твердую пяточную часть. Продольная пластина в основании стопы являлась уникальной структурой: в задней части располагался стержневой блок, который представлял собой очень легкую армированную кевлар-нейлоновую конструкцию, сама стекловолокнистая эпоксидная пластина была устойчива к деформации. Передняя прогибающаяся часть пластины обеспечивала двустадийное сопротивление. При нор-

мальной ходьбе тонкие первичные пластины прогибались, обеспечивая мягкий возврат энергии, при увеличении темпа ходьбы, при беге вспомогательная прогибающаяся пластина обеспечивала дополнительное отталкивание. Дополнительный кевларовый носок предупреждал прорезывание пластин через эластомерную оболочку. Разрез стопы Carbon Copy 11 показан на рис. 21. Внешний вид стопы отличался хорошим дизайном, но уступал косметической оболочке стопы Seattle-Foot, ширина передней части стопы была также несколько уже.

Наиболее простой конструкцией искусственных стоп являлась **STEN Foot (Stored Enerdy)**. Она была очень легкой, подходила к любой обуви и имела много размеров, выпускалась под размер каблука различной высоты. В пяточной части стопы устанавливались опорные элементы различной плотности – низкой, средней и высокой. Отличительной особенностью этой стопы являлось двойное сочленение, имитирующее фалангиально-метатарзальный и тарзально-метатарзальный суставы, что в целом обеспечивало мягкий перекаат стопы. Схематичный разрез стопы показан на рис. 22. Хотя стопа STEN Foot формально была отнесена к энергосберегающим стопам, но по своим функциональным качествам она не отвечала соответствующим требованиям, конструкция стопы скорее поглощала энергию при движении, чем накапливала ее и возвращала в определенные фазы движения. Вместе с этим ее эластичность и «мягкость» при ходьбе определяли положительные

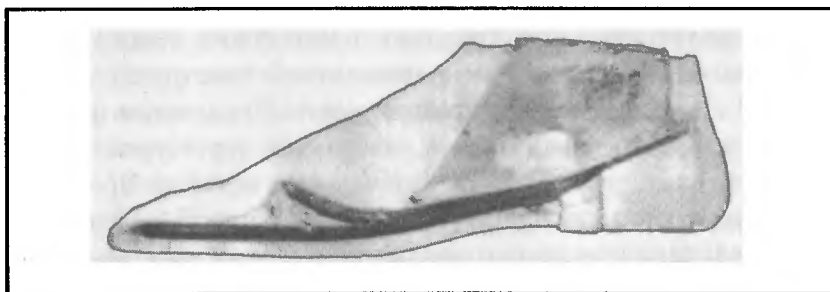


Рис. 21. Разрез стопы типа Carbon Copy 11 (по J. Michael, 1987)

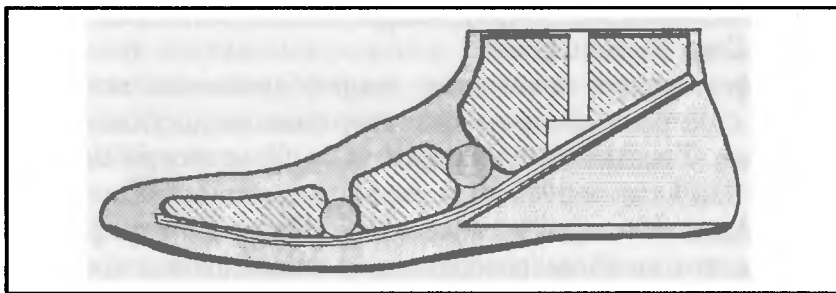


Рис. 22. Схематический разрез стопы тина STEN Foot (по J. Michael, 1987)

отзывы инвалидов. В процессе эксплуатации этих стоп были выявлены недостатки конструкции, которые заключались в недостаточной прочности продольной части, выполненной в виде ремня. Проведенная разработчиками модернизация стопы позволила устранить недостатки и в усовершенствованной конструкции общий объем поломок сократился до 1%. На рис. 23



Рис. 23. Искусственные стопы (вид сверху) STEN Foot, Carbon Copy 11, Seattle Foot

показан внешний вид (сверху) искусственных стоп STEN Foot, Carbon Copy 11, Seattle Foot.

Эффективность применения энергосберегающих искусственных стоп была подтверждена спортивными достижениями инвалидов. Так, Даннис Эллер пробежал 100-метровую дистанцию за 11,73 сек в 1988 году на Параолимпийских играх в Сеуле, Джим Накларен преодолел Нью-Йоркский марафон за 3,5 часа, что являлось рекордом для инвалидов-марафонцев. При этом использовались стопы типа Seattle Foot и Carbon Copy 11 (Е.М. Burgess et al., 1992).

Среди последующих разработок американских специалистов можно отметить искусственные стопы типа **Spring Life Foot** и **Carbon Copy System 111**, которые изготовлялись из углеродных материалов. Первая из них была выполнена из компаунда графита, обеспечивала плавный пережат и сохранение энергии при движении, обладала повышенной функциональностью и комфортабельностью. Вторая конструкция искусственной стопы

выполнена из углеродного волокна и также обладала высокими функциональными качествами.

Рассматривая конструкции энергосберегающих стоп, необходимо отметить разработки специалистов Английской фирмы Blatchford. Эта фирма была основана (как частное предприятие Charls A. Blatchford) в 1890 году и за весь период существования ею накоплен огромный опыт в области разработки и производства средств протезной техники. С момента основания фирмы ее руководством был взят



Рис. 24. Игра в гольф на протезе голени фирмы Blatchford (1930)

курс на использование современных материалов, технологий, последних достижений науки и техники. Уже в начале 30-х годов специалистами фирмы уделялось внимание спортивной деятельности инвалидов (рис. 24).

С 1983 года в продукции Blatchford реализуется новое направление, положившее начало применению углеродного волокна и современных термопластов для изготовления модулей протезов и получившее название Endolite. Только углеродное волокно, армированное пластиками, обладающее низкой плотностью и высокой твердостью, удовлетворяет современным требованиям, предъявляемым к материалам для изготовления узлов и модулей протезов нижних конечностей. Согласно этой концепции и современной технологии фирмы вес протеза голени не должен превышать 1 кг, а вес протеза бедра – 2 кг.

Достижение прочности конструкции протеза, небольшого веса, функциональности изделий возможно на основе применения современных полимерных материалов – углепластика, стекловолокна, эпоксидных и акрилатных смол, силиконовых каучуков, различных пластмасс, а также сплавов титана и других материалов.

Среди последних разработок немецкой фирмы ОТТО-БОСК можно отметить стопу **Dynamic Pro 1D25**, имеющую хорошие функциональные характеристики благодаря S-образному эле-

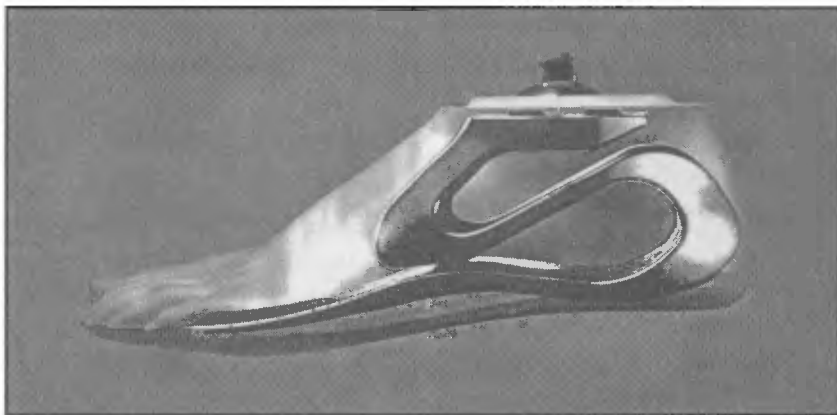


Рис. 25. Искусственная стопа фирмы ОТТО-БОСК Dynamic Pro 1D25

менту из синтетического материала (рис. 25). Ступенчатая гибкость с дополнительной аксиальной компрессией определяет физиологический момент переката и выравнивает движение при ходьбе по неровной поверхности. Пружинящие свойства переднего отдела искусственной стопы переносят эластическую силу упора на пятку. Эта стопа относится к модульным системам, рекомендуется пациентам со средней и высокой степенью двигательной активности. Показана инвалидам с ростом до 180 см и массой тела до 85 кг.

Результатом совершенствования модулей искусственных стоп явилась разработка стопы 1S30 с углепластиковой S-образной пластиной в полиуретановой оболочке, отличающейся высокой прочностью, устойчивостью к нагрузкам. Стопа ориентирована на пользование инвалидами-спортсменами.

Blatchford Endolite разработана стопа, получившая название **Multiflex** (рис. 26). Совмещенная с лодыжкой, она имеет уникальные характеристики при ходьбе по неровной поверхности, обеспечивая плавный переход от подошвенного к тыльному сгибанию. Свойства стопы улучшены за счет проработки и усиления ее передней части. Стопа имеет продольную пластину (киль),

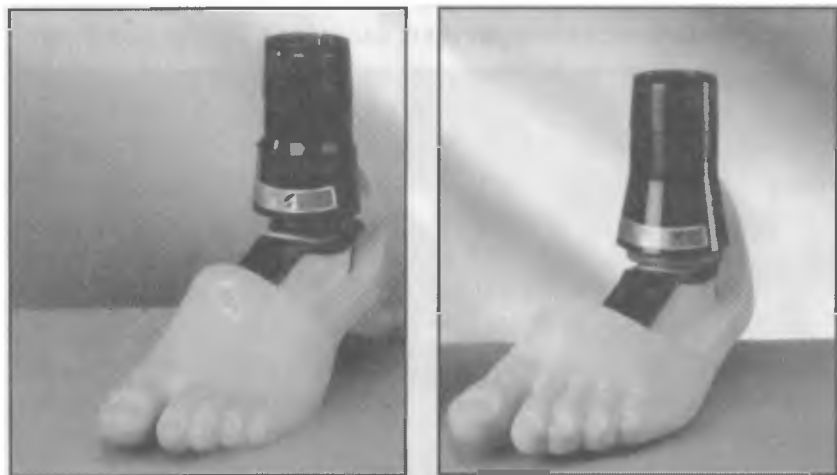


Рис. 26. Модули искусственной стопы Multiflex

изготовленную из длиноволокнистого композитного материала. Промежуточная муфта в пяточной части позволяет регулировать высоту пятки в пределах от 5 до 35 мм. Модуль лодыжки выпускается в 2 вариантах: первый предназначен для инвалидов, ведущих активный образ жизни и имеющих высокую двигательную активность, второй — для инвалидов, ведущих преимущественно сидячий образ жизни.

Среди разработок фирмы Blatchford Endolite следует отметить еще одну конструкцию искусственной стопы **Dynamic Response Foot**, обладающей аналогичными характеристиками, что и предыдущая стопа, но в дополнение имеющей возможность индивидуальной корректировки жесткости.

В последние годы фирмой ОТТО-БОСК разработана новая конструкция удобной, гибкой и эффективной стопы **1C40 C-WALK**. Согласно классификации фирмы эта стопа рекомендуется пациентам с массой тела до 100 кг и ведущим активный образ жизни. Конструкция стопы идеально подходит для ходьбы по неровной поверхности с различным рельефом, выдерживает нагрузки при быстрой ходьбе, занятиях спортом. Устройство и принцип действия стопы показан на рис. 27. Во время стояния кольцо управления устанавливает оптимальное соотношение относительно мягкой С-образной пружины и более жесткой продольной пружины в основании стопы. Такое конструкторское решение в значительной степени облегчает настройку жесткости в зависимости от массы пациента и его активности, позволяет достичь оптимального соотношения элементов в фазах переката и переднего толчка. При сборке протеза с использованием стоп 26–28 размера центр стопы устанавливается на расстоянии 15 мм впереди от основной линии нагрузки. Высота каблука предусматривается до 10 мм, при этом допускается возможность бегать без использования какой-либо обуви.

Стопа **1C40 C-WALK**, выполненная из углеродного волокна, рационально сочетает в себе удобство пользования и накопление энергии в фазах движения. Удобство ходьбы достигается

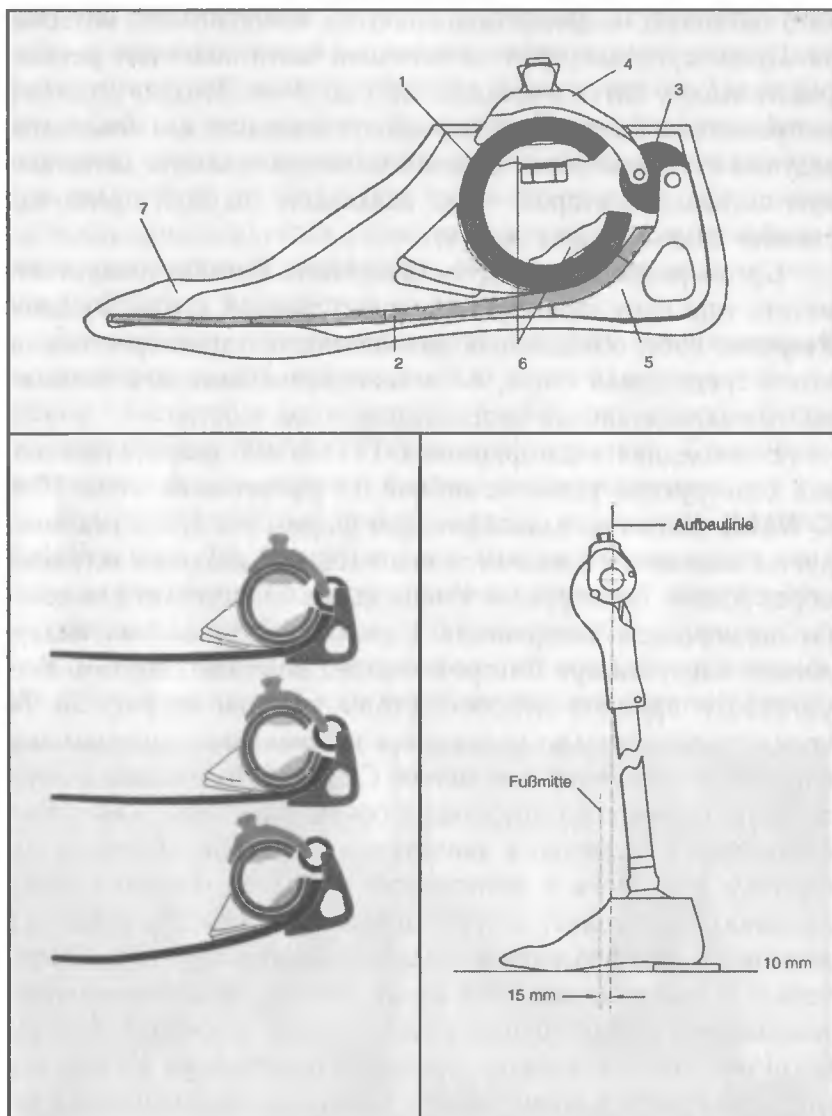


Рис. 27. Конструкция стопы OTTO-BOCK 1C40 C-WALK

Обозначения: 1 – С-образная пружина из углеродного волокна; 2 – продольная пружина в основании стопы; 3 – кольцо управления с вкладышем из полимерного материала; 4 – модульный адаптер с юстировочным устройством; 5 – элемент пятки; 6 – зажимы с резьбовым соединением; 7 – косметическая оболочка

благодаря хорошей подвижности элементов стопы и эффективному накоплению энергии. Тонкостенная косметическая оболочка является функциональной составной частью стопы.

Заслуживает внимания еще одна оригинальная конструкция искусственной стопы **TruStep**, разработанная американской фирмой Park Industries Inc., рекламируемая в Европе немецкой фирмой STEP Medizintechnik GmbH. Эта многоосная стопа, обладающая энергосберегающими свойствами, была сконструирована для воссоздания естественной или близкой к естественной походки, обеспечивая почти физиологический процесс движения в целом. Рекомендуется пациентам с высокой двигательной активностью. Стопа TruStep может комбинироваться со всеми распространенными коленными модулями и трубчатыми адаптерами (рис. 28).

Фирмой Ohio Willow Wood Company для активных инвалидов разработана новая система, получившая название **Free-Flow**, состоящая из многоосной стопы и торсионного адаптера с демпфирующим элементом, устанавливаемого в несущем модуле-трубке протеза. Торсионный адаптер и демпфирующий элемент компенсируют и подрессоривают динамические удары и ротационные смещения, предотвращают травматизацию кожных покровов культи и коленного сустава. Уникальна стопа в системе Free-Flow, конструкция которой разработана доктором Марком Питкиным, директором IPRLS (Международный институт протезной реабилитации пострадавших от противопехотных мин, Бостон, США). В составе стопы и демпфирующего устройства трубки голени упорные площадки подбираются индивидуально в зависимости от веса тела и двигательной активности инвалида. Кроме того, стопа позволяет пациенту адаптироваться к условиям ходьбы по неровной поверхности, склонам, дороге, покрытой щебнем или с травяным покрытием.

Для инвалидов с высокой активностью, занимающихся бегом, спортивной ходьбой фирма Ohio Willow Wood Company (США) выпускает энергосберегающую стопу **Pathfinder**. Вне-

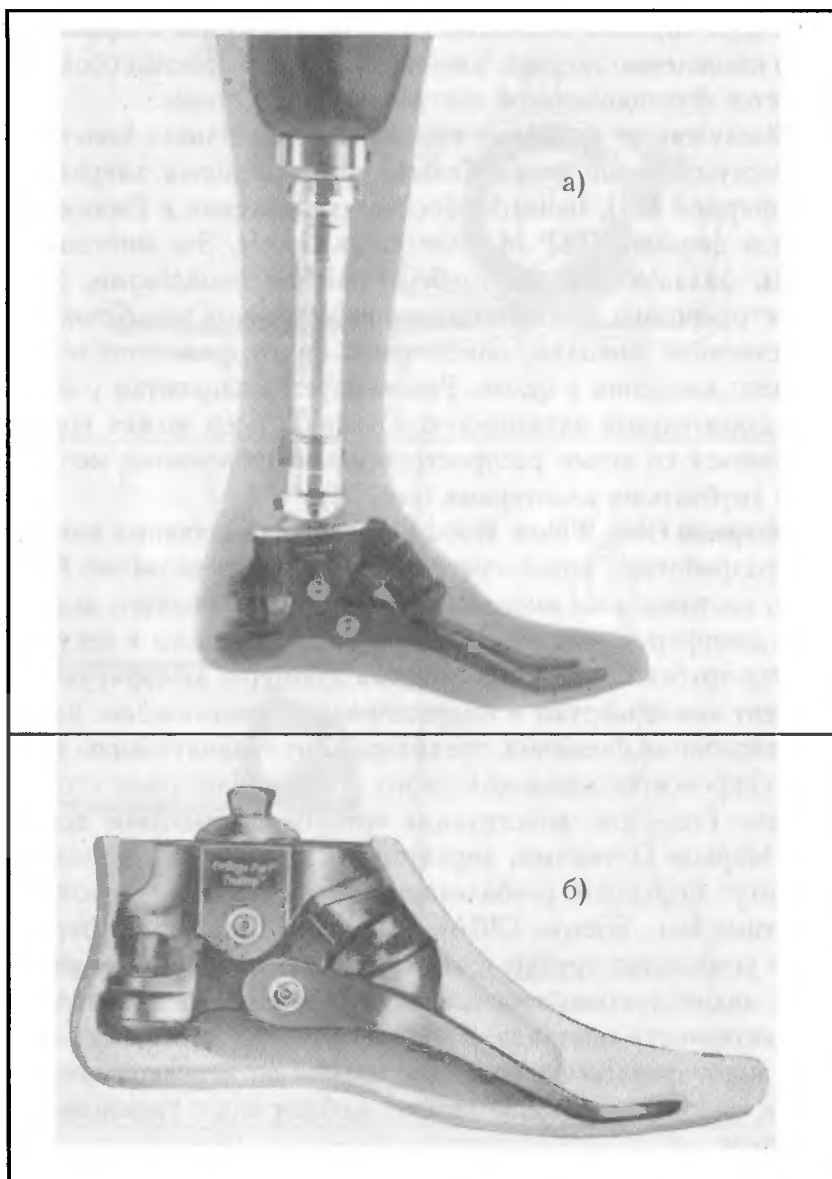


Рис. 28. Искусственная стопа TruStep.
а) стопа TruStep в протезе голени; б) конструкция стопы

шний вид стопы имеет сходство со стопами Flex-Foot, изготавливается из углепластика, однако новизна геометрии ее формы сочетается с оптимальными параметрами гибкости, стабильности и комфорта, что достигается применением гидравлического цилиндра в пяточном отделе стопы (рис. 29).

Важнейшим элементом любого протеза является приемная гильза. Особенности ее конструкции и форме уделяется большое внимание. Как правило после ампутации на уровне голени используются несущие гильзы с глубокой посадкой типа РТВ, PTS или KBM в комбинации с вкладными гильзами из пенополиэтилена или силиконовыми гильзами с замком или без замка (ALPS, ICE-ROSS, OTTO-BOCK Silicon Liner) или других эластичных материалов. Применение вкладных гильз и чехлов в целом обеспечивает зарессоренный полный контакт кожных покровов культи и внутренней поверхности гильзы, устраняет или снижает поршнеобразные движения культи. Современные конструкции культеприемников



Рис. 29. Искусственная стопа
Pathfinder

протезов голени имеют, как правило, смешанную форму, отличную от КРМ, РТВ и других традиционных конфигураций, поскольку отличаются применением новых полимерных материалов с адгезивными свойствами, эластичностью,舒适ностью. В современных вариантах воплощается идея разделения основных функций гильзы для вкладной и несущей конструкции. Размещение объема культи, фиксацию протеза, передачу движений относят к функции вкладной гильзы; несущий каркас выполняет роль опоры, передачи сил и веса инвалида на узлы и модули протеза, обеспечивает прочность соединения с адаптером, несущим модулем-трубкой или стопой.

Одной из основных проблем при построении приемной гильзы является устранение избыточного давления и, соответственно, возможного повреждения кожных покровов в проекции передне-дистальной части большеберцовой кости. Ударные нагрузки, возникающие в момент касания пятки искусственной стопы поверхности опоры передаются на всю культю и, соответственно, на опил большеберцовой кости. Недостаточная подгонка гильзы, подвижность культи могут усиливать травматизацию кожных покровов. В этой связи рекомендуются вкладные элементы из эластичных, пористых материалов, располагаемые вдоль гребня большеберцовой кости, тщательное моделирование гильзы при ее изготовлении, полностью повторяющей форму культи. Вместе с этим рекомендуется при беге осуществлять опору не на пятку искусственной стопы, а на подошвенную часть. Установка стопы в протезе в положении небольшого подошвенного сгибания облегчает бег и снижает нагрузки на дистальный отдел культи.

Среди наиболее значительных достижений в области протезной техники для спортивной деятельности инвалидов, перенесших ампутации на уровне бедра, по мнению ведущих специалистов, явилось обоснование и применение приемных гильз продольно-овальной формы типа CAT/KAM (Contoured Adducted Trochanteric – Contained Alignment Method) и NSNA (Normal Shape Normal Alignment). Другим важным моментом

стал переход от жесткой структуры приемной гильзы к гибкой гильзе, поддерживающей мягкие ткани культи (например, ISNY-Socket). Такая структура приемной гильзы обеспечивает большую подвижность мускулатуры культи, более удобна и эффективна. Гибкая приемная гильза используется только в сочетании с жестким каркасом, выполняющим несущую и опорную функции. Эта концепция в построении приемных гильз для протезов бедра позволила существенно повысить двигательную активность инвалидов, увеличить диапазон движений и т.д.

Для улучшения эффекта сопряженности кожных покровов культи со стенками приемной гильзы бедра или голени J. Munch (1993, 1995) доказал целесообразность применения в совмещенных гильзах воздушных камер (собственной конструкции) Vario-Socket System – VSS. Суть предложения заключалась в том, что между несущей и внутренней гильзами устанавливалась система воздушных камер, в которых при нагнетании воздуха происходило изменение внутреннего объема приемной гильзы. В приемных гильзах протезов голени камеры располагались параллельно гребню большеберцовой кости с медиальной и латеральной сторон для оптимизации подрессоривающего действия эластичных вкладных гильз. В протезе бедра после вычленения в коленном суставе камеры симметрично располагались в проекциях надмышечковых углублений по медиальной и латеральной поверхности. Приемные гильзы протезов бедра поперечно-овальной и продольно-овальной формы имели систему разомкнутых камер, расположенных на передней стенке в пределах посадочного кольца, на наружной стенке гильзы камеры имели удлиненную форму и суживались к дистальной части гильзы. Приемные гильзы с воздушными камерами не только улучшают сопряженность культи с гильзой, но и оказывают подрессоривающее действие, амортизирующее, деротационное влияние, способствуют компенсации изменений тургора мягких тканей и объемов культи в течение дня. Пациенты, пользующиеся протезами с такими гильзами, имеют возможность самостоятельно, ориентируясь на соб-

ственные ощущения или двигательную активность, изменять внутренний объем гильзы. Помимо этого, в протезах бедра на вычленение в коленном суставе установленные выше дистального эпифиза бедренной кости воздушные камеры обеспечивали надежную фиксацию протеза без дополнительного крепления.

В дальнейшем эта система была усовершенствована фирмой OTTO-BOCK (совместно с Kurt Pohligh) и получила название Air Contact System (ACS). Корректировка внутреннего объема гильзы в этой системе достигается благодаря трем воздушным камерам, расположенным в дистальном отделе, по передней и медиальной поверхностям. Величину давления, объем камер пациент может изменять самостоятельно, используя небольшой воздушный насос, установленный на наружной поверхности несущей гильзы и систему соединительных трубок (рис. 30).

Приемные гильзы протезов голени и бедра с системой воздушных камер могут использоваться не только для бега, но и для занятий другими видами спорта, легкой атлетикой, спортивной ходьбой и т.д. Во всех случаях, когда культи испытывает значительные нагрузки, их применение, обеспечивающее изменение внутренних объемов приемных гильз, подпрессоривающее, деротационное, стабилизирующее действие оказывает



Рис. 30. Воздушный насос Air Contact System, расположенный на наружной поверхности несущей гильзы протеза бедра

щадящее влияние, защищает кожные покровы, повышает «управляемость» протезом, способствует совершенствованию техники движений.

Приемные гильзы протезов нижних конечностей, выпускаемые по технологии

Blatchford Endolite, имеют сложную структуру, сочетающую комбинацию из мягких вкладных гильз с подрессоривающими свойствами, которые изготавливают из силикона, вспененного полиэтилена и других термопластических материалов и основной несущей гильзы, изготовленной в виде каркаса, выдерживающего значительные нагрузки. Материалом для их изготовления служит индивидуально подобранное сочетание углепластика, стекловолокна, которые ламинируются литьевыми смолами, например ортокрилом. В качестве достойной замены литьевых смол фирмы IPOS, OTTO-BOCK и Blatchford предлагают термопластические материалы, например производные сополимеров полиэтилена, полипропилена, прочностные качества которых не уступают литьевым смолам и легко обрабатываются. Кроме этого, производство гильз из термопластов не нуждается в сложном химико-технологическом оборудовании, соответствует экологическим требованиям по многим параметрам.

Одна из первых специальных конструкций протеза бедра для бега была разработана Терри Фоксом, канадским инвалидом, совершившим в 1980 году сверхмарафонский пробег и пересекшим Канаду (рис. 31). Предложенная им конструкция по многим параметрам улучшала технику бега и снижала нагрузку на опорно-двигательную систему, по сравнению с ранее используемыми протезами, малопригодными для этой цели. Конструкция протеза



Рис. 31. Терри Фокс во время супермарафона на протезе собственной конструкции (по Е.М. Burgess et al., 1992)

включала: эластичную приемную гильзу с вакуумным креплением и дополнительным креплением в виде узкого пояса, которое уменьшало ротационные движения культи и в определенной мере улучшало биомеханические характеристики движений; полицентрический коленный узел; пружинный механизм, установленный на голени, который обеспечивал амортизацию толчка и частично аккумулировал энергию; энергосберегающую стопу типа Seattle Foot.

Известным американским специалистом в области протезирования J. Sabolich (1987) на основании изучения особенностей бега инвалидов на протезе бедра были выделены характерные изменения динамики движений искусственной конечности, по сравнению с движениями сохраненной конечности, и предложена оригинальная система управления коленным шарниром, получившая название ОКС. По мнению автора, применение этой системы способствовало оптимизации движений



Рис. 32. Система управления коленным шарниром — ОКС, разработанная J. Sabolich (по Е.М. Burgess et al., 1992)

искусственной конечности. Она состояла из управляющего устройства, кабеля, расположенного вдоль задненаружной поверхности приемной гильзы, и связанного с голенью протеза (рис. 32). Во время бега система обеспечивала динамические усилия на голень протеза, близкие к таковым на здоровой конечности, развиваемые четырехглавой мышцей бедра. В целом ОКС-система обеспечивала достаточно быстрые движения дистальной части протеза (голени и стопы), по динамическим параметрам приближавшиеся к локомоциям сохраненной конечности.

сти, позволяла поддерживать высокую скорость ходьбы и бега. Особенно хорошо эта система зарекомендовала себя в процессе обучения бегу.

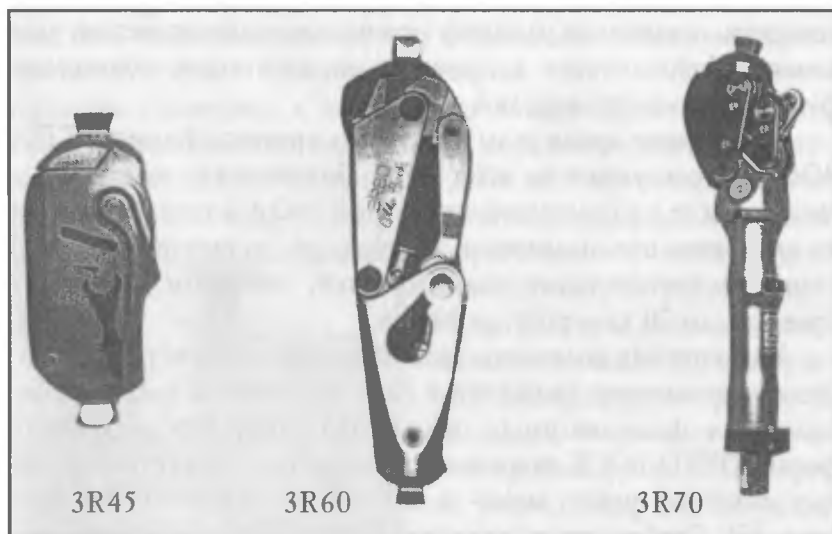
Одной из крупнейших европейских фирм, занимающихся разработкой и производством средств протезной техники, является немецкая фирма ОТТО-ВОСК. С 1969 года фирмой развивается концепция модульного построения протезов. Номенклатура полуфабрикатов, узлов, модулей постоянно совершенствуется и обновляется. Основными конструкционными критериями являются: улучшение косметичности искусственной конечности, повышение удобства при пользовании протезом, увеличение безопасности в процессе эксплуатации, повышение функциональности изделий.

В настоящее время узлы модульных протезов фирмы ОТТО-ВОСК используются во всем мире. Большинство модулей изготавливаются из высококачественной стали и титана. Модули из алюминия предназначены, в основном, пациентам с низкой степенью двигательных возможностей, имеющим вес тела в пределах до 70 кг и рост до 180 см.

Конструкция коленного узла играет решающую роль в процессе оптимизации движений в фазе переноса, а также стабилизации в фазе опоры (в положении стоя). Специалистами фирмы ОТТО-ВОСК разработаны различные варианты модульных коленных узлов, моно- и полицентрической конструкции (рис. 33). Стабилизация подкосоустойчивости моноцентрического (одноосевого) шарнира достигается посредством смещения оси коленного шарнира кзади относительно вертикальной оси нагрузки. Более надежную подкосоустойчивость коленного шарнира можно достичь при помощи коленного модуля с тормозным механизмом. Различные положительные свойства полицентрических (многоосных) коленных шарниров определяются их кинематикой. В фазу переноса действует регулируемый коленный осевой тормоз и толкатель. Все модульные коленные шарниры размещаются под косметическим покрытием протеза. Выбор коленного шарнира определяется в зависи-

мости от длины культи, состояния мышечного аппарата, веса и возраста пациента, его двигательной активности и других факторов.

Для активных молодых пациентов с высокими двигательными возможностями, перенесшими ампутацию на уровне бедра, разработан коленный шарнир OTTO-BOCK Active Line 3C1 с каркасом из углепластика и гидравлическим узлом MAUCH SNS. Коленный шарнир выпускается в двух вариантах: LR – с низким сопротивлением движению (для пациентов с размером сто-



*Рис. 33. Модульные коленные шарниры OTTO-BOCK
(по каталогу «Протезы нижних конечностей», 1996/97)*

3R45 – одноосевой с гидравлическим регулятором фазы переноса, вверху и внизу с юстировочными элементами, угол сгибания до 135° , гидравлическая амортизация сгибания и разгибания, мягкий коленный упор.

Вес 350 г.

3R60 – четырехосевой, с гидравлической регуляцией фазы переноса, вверху и внизу с юстировочными элементами, угол сгибания до 150° , с системой EBS – *Ergonomically Balanced Stride*.

Вес 900 г.

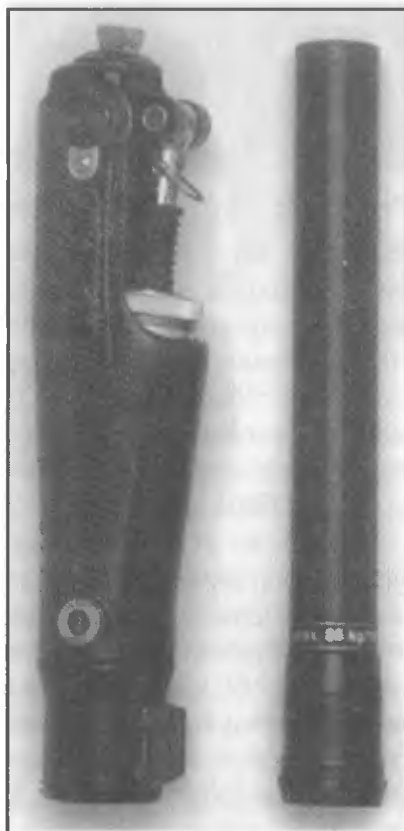
3R70 – четырехосевой, с пневматической регулировкой фазы переноса, вверху и внизу с юстировочными элементами, угол сгибания до 135° .

Вес 800 г.

пы до 27 см и ростом до 175 см) и NR – с нормальным сопротивлением движению. Общий вид коленного шарнира и трубчатого адаптера показан на рис. 34. Рама коленного шарнира выполняет роль несущего элемента, зажимной хомутик на дистальной (нижней) части жестко фиксирует ее к несущему модулю-трубке. Верхняя часть соединяется при помощи оси шарнира с карбоновыми рамами. Позади оси коленного шарнира находится гидравлический узел MAUCH-SNS. Соединение гидравлического узла и карбоновых рам осуществляется посредством цилиндрической втулки.

Управление фазами ходьбы с помощью гидравлического цилиндра с толкателем, в частности, фазой переноса, обеспечивает ритмичную и плавную ходьбу при различной скорости движения. Движения в коленном модуле амортизируются. В процессе подгонки протеза техник-протезист корректирует на гидравлическом цилиндре индивидуально для каждого пациента сопротивление сгибанию и разгибанию шарнира. Динамическая стабилизация фазы опоры (стояния) гидравлического узла допускает нагрузку протеза в согнутом положении.

Модульные протезы серии Active Line соответствуют требованиям активных пациентов. Они функциональны, удобны,



*Рис. 34. Коленный модуль
серии Active Line 3C1
с гидравлическим узлом MAUCH SNS
и трубчатый адаптер*

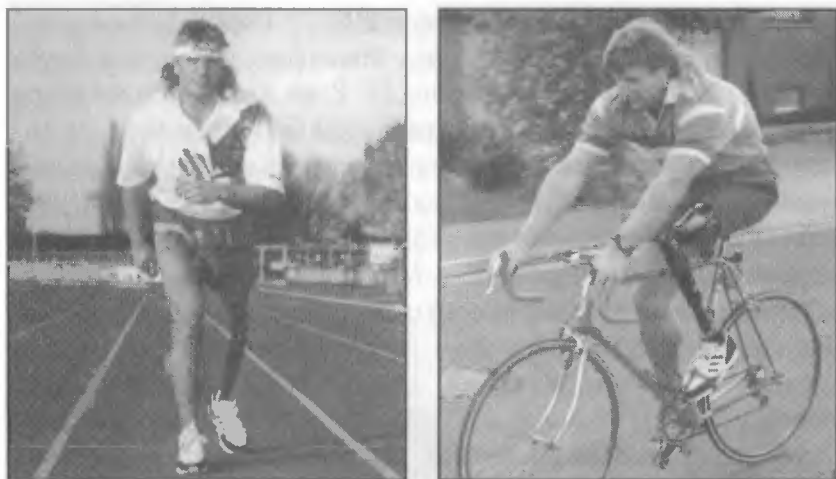


Рис. 35. Протезы бедра с коленным модулем ЗСІ для бега и езды на велосипеде

обладают высокой стабильностью, небольшим весом, косметичны. Высокие функциональные и эксплуатационные характеристики предоставляют широкие возможности инвалидам для занятий физической культурой и спортом. Использование протезов с коленным модулем ОТТО-ВОСК этой серии для бега и езды на велосипеде показано на рис. 35. Фирма гарантирует соответствие данного модуля международному стандарту качества ISO9001 и дает гарантию 30 месяцев.

Одной из последних разработок фирмы является поворотный гидравлический коленный модуль 3R80, показанный на рис. 36. Этот узел является высокофункциональным, имеет точную настройку, угол сгибания до 135° , независимую гидравлическую регулировку сгибания, сопротивления и фаз движения. Рекомендуется пациентам с умеренным и высоким уровнем двигательной активности, весом до 100 кг. Удобен для ходьбы по неровной поверхности, а также для подъема и спуска по лестнице.

Новый коленный узел 3R100 (C-LeG) фирмы ОТТО-ВОСК имеет микропроцессорное управление, обеспечивающее индивидуальную настройку при изменении ритма ходьбы и бега.

Высокий уровень функциональных достоинств и современный дизайн отличают конструкции коленных модулей, выпускаемых фирмой Blatchford и предназначенных для занятий физической культурой, легкой атлетикой и некоторыми видами спорта. В 1993 году фирмой разработана серия коленных одноосных узлов из углепластика с гидравлическими и пневматическими механизмами. Создатели этой серии узлов стремились к снижению веса конструкции, уменьшению размеров гидро- и пневмоцилиндров, легкости регулировки сгибания и разгибания в коленном модуле.

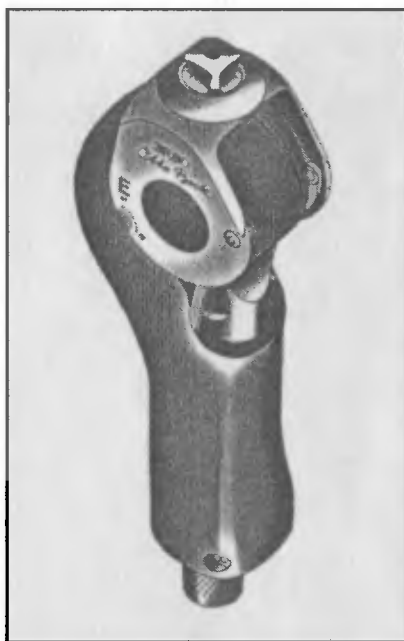


Рис. 36. Гидравлический коленный модуль OTTO-BOCK 3R80

Универсальность применения современных узлов Blatchford определяется большим разнообразием модификаций адаптеров и других соединительных элементов, обеспечивающих сочленение с приемной гильзой и стопой.

Для обучения быстрой ходьбе и бегу инвалидов с культей бедра специалисты находят возможным применение модулей с микропроцессором в конструкциях Blatchford Endolite – Intelligent Prothesis Plus (рис. 37) и OTTO-BOCK C-LeG. Принцип «обратной связи», применяемый в системах с микропроцессорной техникой, открывает возможность индивидуально выбирать режим и скорость движений, сгибания и разгибания в коленном модуле. Переход от обычной ходьбы в медленном темпе к быстрой ходьбе и бегу происходит за короткое время (до 1–2 сек), а функция микропроцессоров с элементами питания напоминает работу автоматической короб-

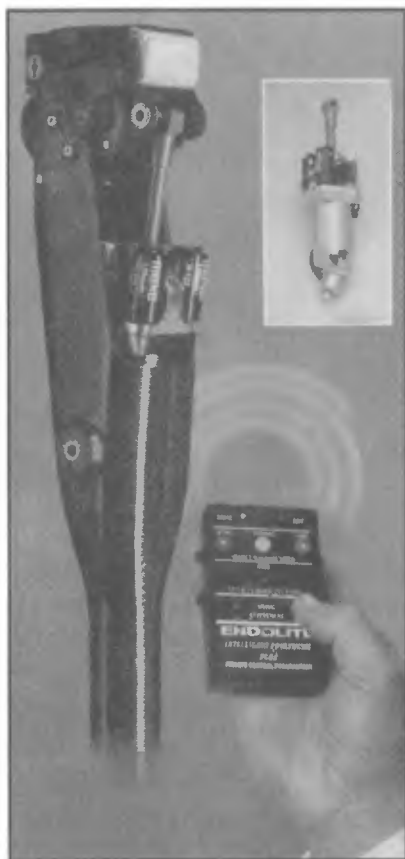


Рис. 37. Коленный модуль протеза Intelligent Plus с пневматическим узлом, встроенным микропроцессором и блоком настройки

ки переключения передач автомобиля. В новых конструкциях Blatchford – узлах SERVO PSPC (Pneumatic Swing Phase Control), устанавливаемых с 1997 года, активизация движений за счет модуля происходит в зависимости от величины нагрузок и интенсивности силовых движений культей без применения микропроцессорной техники и дополнительных источников питания.

Касаясь вопроса применения микропроцессорной техники в протезах нижних конечностей, нельзя не обратить внимание на достижения японских специалистов. Так, японская фирма NABCO Ltd предлагает своим пациентам высокофункциональные конструкции протезов голени и бедра. Эта фирма, благодаря использованию новейших технологий, современного оборудования в сочетании с нестандартным подходом к про-

блеме и оригинальным конструктивным решениям, создала широкую гамму протезов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, обеспечивающих не только практически полное восстановление утраченных функций, но и высокий уровень обслуживания.

В протезе бедра фирмы NABCO Ltd основным элементом является встроенный в коленный модуль микрокомпьютер, ко-

торый полностью управляет его работой. Коленный модуль оснащен пневматическим механизмом. В целом их сочетание обеспечивает легкую походку с минимальными энерготратами при ходьбе, а биомеханические параметры ходьбы приближаются к походке здорового человека. Внешний вид коленного модуля — Intelligent Prosthesis Knee Joint показан на рис. 38. Микропроцессор имеет специальный сенсор, с помощью которого контролируется скорость каждого шага, регулируются параметры ходьбы. Микропроцессор работает за счет энергии миниатюрного гальванического элемента, рассчитанного на эксплуатацию в течение одного года, но даже в случае понижения питающего напряжения, связанного с выработкой его ресурса, пациент все равно может пользоваться протезом, но при этом коленный модуль работает только в постоянном режиме (движение осуществляется с одной постоянной скоростью). После замены гальванического элемента все функции коленного модуля восстанавливаются.



Рис. 38. Внешний вид коленного модуля со встроенным микрокомпьютером и гидравлическим механизмом, выпускаемого фирмой NABCO Ltd

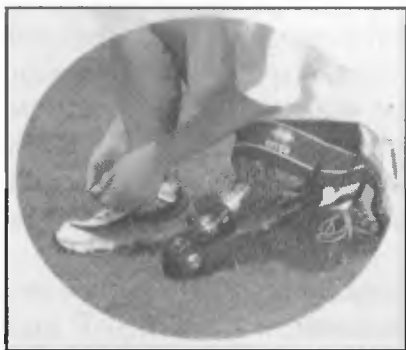


Рис. 39. Протез бедра с коленным модулем Intelligent Prosthesis Knee Joint



Рис. 40. Использование протеза бедра фирмы NABCO Ltd для игры в теннис



Рис. 41. Конструкция протеза голени РКК «Энергия»

Коленный модуль обеспечивает сгибание до угла в 155° , что, несомненно, имеет большое практическое значение при занятиях физической культурой и спортом (рис. 39). Его конструкция обеспечивает не только высокую стабильность при стоянии, но и высокую подвижность и устойчивость при движении. Функциональность конструкции позволяет широко использовать ее для спортивной деятельности, в частности для бега, спортивной ходьбы, настольного и большого тенниса, езды на велосипеде и т.д. (рис. 40).

Среди отечественных протезов голени, предназначенных для спортивной ходьбы и бега, следует отметить разработанную специалистами ракетно-космической корпорации «Энергия» конструкцию с амортизирующими опорными полосами из слоистых пластинок, к которым фиксируется культеприемник (рис. 41). Подгонку опорных полос при установке в протез осуществляют путем подрезки их концов, затем к ним фиксируют приемную гильзу, выполненную из композитных материалов, например акрилатных смол.

Касаясь отечественных разработок коленных модулей, можно отметить конструкцию, предложенную в 1997 году Казанским предприятием «Реабилитация инвалидов» (ТОО «РИН») и Санкт-Петербургским НИИ протезирования им. Г.А. Альбрехта. Этот коленный модуль разрабатывался с целью создания универсальной массовой конструкции, пригодной для быстрой ходьбы, бега, прыжков и т.д. Модуль спроектирован для использования в современных конструкциях протезов бедра на основе полуфабрикатов, выпускаемых РКК «Энергия» или фирмой ОТТО-ВОСК и имеющих достаточно широкое распространение в России. Масса модуля составляет около 500 г, максимальный угол сгибания – 130°. Коленный модуль обеспечивает автоматическую фиксацию шарнира при опоре на протез. При опоре на пятку искусственной стопы механизм автоматической фиксации воспроизводит фиксацию амортизационного подгибания. Энергия толчка при этом накапливается задним амортизатором и высвобождается в фазе опоры на носок стопы, способствуя разгибанию коленного шарнира и сообщая всему телу ускорение в направлении движения. Механизм расфиксации модуля и передний амортизатор обеспечивают мягкое сгибание в фазе переноса. Конструкция коленного модуля в целом обеспечивает локомоции, свойственные коленному суставу.

Следует отметить, что проверка научно-технических разработок новой протезной техники для занятий спортом проходит не только на испытательных стендах фирм-изготовителей, но и во время различных соревнований инвалидов-спортсменов. Из года в год спортивные достижения инвалидов совершенствуются, а движение в целом приобретает новые масштабы. В этом процессе участвуют не только инвалиды и их тренеры, но и инженеры, технологи, разработчики новой протезной техники.

Как отмечалось выше, одним из первых сверхмарафонский пробег совершил 19-летний канадец Терри Фокс, перенесший ампутацию на уровне бедра вследствие онкологической патологии. В 1980 году он на протезе собственной конструкции

пробежал 3300 миль по территории Канады, ежедневно покрывая расстояние до 30 миль. В 1985 году Стив Фонио, также в возрасте 19 лет, пробежал почти 5000 миль. В том же году Джев Кейт, в возрасте 21 года, пробежал 3300 миль по территории США, используя разработанную в то время стопу типа Seattle Foot (рис. 42). Но не только инвалиды молодого возраста способны достичь выдающихся результатов. Так, в 1982 году Бэрт Ван Хоузен, в возрасте 35 лет, пробежал свыше 900 миль от штата Орегон до Мексики (рис. 43). Роберт Кэрри, участник войны во Вьетнаме и награжденный почетной медалью Конгресса США, являвшийся сенатором от штата Небраска, также совершил марафонский пробег, преодолевая по 5 миль в день. Рэй Нанн, также ветеран войны во Вьетнаме, пробежал марафонскую дистанцию 26,2 мили менее чем за 4 часа, используя стопу Seattle Foot.



Рис. 42. Джеф Кейт в Лос-Анджелесе во время трехмесячного супермарафона по США (1984) (по Е.М. Burgess et al., 1992)

Прогресс в области протезирования позволяет достичь инвалидам высоких спортивных результатов и техники движений, лишь незначительно уступающих таковым у здоровых спортсменов. Например, немец Торстен Юхем с культей голени, спринтер и марафонец, участник Параолимпийских игр, преодолевает 100 метров за 15,41 с. При каждом беговом движении, в момент касания поверхности опоры искусственная стопа выдерживает нагрузку до 250 кг.

Нельзя не обратить внимания на достижения инвалидов-спортсменов, участников Параолимпийского движения. Так, Параолимпийские игры 1992 года, которые проводились в Барселоне, принесли новые рекорды.

Тони Вольпентест среди инвалидов с культями обеих голеней дистанцию 100 метров в спринте преодолел за 11,63 с, установив новый мировой рекорд. Спортсмен пробежал дистанцию на двух протезах голени с энергосберегающими стопами из углепластика. Лукас Христен с культей бедра после вычленения в коленном суставе 100-метровую дистанцию пробежал за 13,62 с, используя протез бедра с гидравлическим коленным модулем. Гунтер Белитц с диафизарной культей бедра преодолел 100-метровую дистанцию за 15,75 с. Серебряные медали на 100- и 200-метровых дистанциях среди инвалидов с культями обеих голеней завоевал Джо Гаетани.

Тодд Шаффхаузер, чемпион Параолимпийских игр на 100-метровой дистанции бега на протезе бедра Blatchford Endolite (рис. 44).



*Рис. 43. Бэрт Ван Хоузен
во время марафона (1982)
(по Е.М. Burgess et al., 1992)*



Рис. 44. Тодд Шаффхаузер — золотой медалист Паралимпийских игр

В 1995 году международные соревнования инвалидов проводились в Дудерштадте (Германия). В них участвовали свыше 100 спортсменов из 28 стран Америки, Европы, Азии и Австралии, присутствовали свыше 3000 болельщиков. Ерл Коннер (с вычлениением в коленном суставе) уже в предварительном забеге установил новый мировой рекорд в беге на 100 метров — 13,8 с. Соревнования проводились по легкой атлетике, волейболу, фехтованию, теннису и другим видам спорта.

В прыжках в длину имел успех австралиец Нейл Фуллер, он прыгнул на 5 м и 98 см, установив новый мировой рекорд. Немецкая спортсменка Бритта Енике толкнула ядро на 11,27 м, также установив новый мировой рекорд. При метании копья превзошла себя китаянка Хи Силао, она побила собственный мировой рекорд — 54,34 м и установила новое мировое достижение. Проведение международных соревнований инвалидов получило большой резонанс в средствах массовой информации и большой международный резонанс. Эти спортивные соревнования принесли новые рекорды, новых чемпионов.

В заключение приводим фотографию, обошедшую страницы многих журналов и иллюстрирующую возможность заниматься бегом даже после ампутации обеих нижних конечностей на уровне бедер (рис. 45). Роджер Чартер освоил технику бега, используя энергосберегающие стопы конструкции Д. Саболича, коленные узлы с гидравлическими механизмами и гибкие приемные гильзы.



Рис. 45. Роджер Чартер одним из первых освоил технику бега после ампутации обеих бедер

Плавание как вид циклической мышечной деятельности является мощным фактором профилактического и оздоровительного воздействия на организм человека. Плавание – эффективное средство повышения функциональных возможностей кардио-респираторной системы, нормализации биоэлектрической активности мышц, ферментативной активности крови, показателей нейрогуморальной и вегетативной регуляции и т.д. Вместе с этим плавание улучшает трофику и тургор кожи, нормализует ее гидрофильность, уменьшает потливость, способствует увеличению силы и тонуса мышц, повышает потребление кислорода за счет увеличения легочной вентиляции.

Водная среда создает благоприятные условия для лечебно-оздоровительного воздействия на организм человека. В условиях водной среды значительно уменьшаются осевые нагрузки, гидравлическое давление при этом является дополнительным фактором профилактики гемодинамических нарушений, а следовательно, до известной степени, предупреждает ортостатические нарушения, развивающиеся вследствие длительной гипокинезии. Сопротивление водной среды предупреждает резкие движения, делает их более плавными, регулируемыми и постепенными, что дает возможность регламентировать двигательную активность. Известно также положительное влияние водных процедур на ликвидацию или уменьшение болевого синдрома в мышцах, наблюдаемого при постгипокинетических состояниях. Выталкивающая сила воды значительно снижает гравитационные нагрузки, тем самым позволяет относительно равномерно развивать усилия пораженной конечности, облегчает условия восстановления двигательных функций. Горизонтальное положение тела улучшает условия кровообращения, способствует повышению кислородотранспортной функции крови. Возможность регули-

рования температурного режима в бассейне способствует восстановлению сосудистого тонуса, периферического кровообращения, функционального состояния нервно-мышечного аппарата.

Определенные трудности инвалиды могут испытывать при входе и выходе из воды в условиях бассейна. Пол бассейна может быть мокрым и скользким, что естественно повышает возможность скольжения искусственной стопы и падения. В условиях естественных водоемов, пляжей берег может оказаться каменистым, покрытым галькой, что затрудняет условия ходьбы. В этой связи в искусственных сооружениях рекомендуется использование различных вспомогательных средств передвижения – ходилок, костылей и т.д. Для инвалидов с дефектами обеих нижних конечностей с целью облегчения перемещения в чашу бассейна разработаны различные конструкции подъемников – механические, гидравлические, электрические. Их применение значительно облегчает перемещение в воду и из воды, особенно в бассейнах, имеющих ограждение (бортик), отделяющее чашу бассейна (рис. 46). Как правило, такие ограждения применяются с целью поднятия уровня воды над уровнем пола. Высота ограждения может быть различной, в зависимости от архитектурных и эксплуатационных особенностей бассейна и может составлять от нескольких десятков сантиметров до одного метра.

Инвалиды после ампутации нижних конечностей на уровне голени, бедра могут плавать различными способами: кролем на груди, кролем на спине, брассом и др. Функциональные и биомеханические исследования инвалидов с культей голени, занимавшихся плаванием, свидетельствовали о целесообразности применения специальных протезов для плавания: во-первых, это сопровождалось большей скоростью продвижения в воде, менее напряженной деятельностью кардиореспираторной системы; во-вторых, существенно улучшалась техника плавания. После ампутации на уровне голени при плавании кролем на груди использование протеза обеспечи-

вало сохранение прямолинейного движения в воде, уменьшалась асимметрия движений ногами, что имело место при плавании без протеза, когда усеченная конечность выполняла движения с меньшей скоростью и амплитудой, чем сохраненная. Использование протеза с подвижной стопой обеспечивало более благоприятные условия для выполнения гребковых движений, чем применение протеза с фиксированной стопой под углом 90° , что способствовало снижению сопротивления движению и, следовательно, нагрузки на систему «протез—нога». Движения инвалида в воде при плавании без протеза характеризовались выраженной работой руками с целью удержания тела над водой. Подготовительная фаза движения руками осуществлялась низко над водой, что создавало дополнительное сопротивление движению тела. Выполнение правильного подготовительного движения руками затруднено в связи с некоторым изменением угла наклона продольной оси тела по отношению к линии направления его движения. При плавании с протезом эти недостатки устранялись, угол атаки был близок к нормальному. Пользование протезом



Рис. 46. Использование механического подъемника, расположенного на бортике бассейна

облегчало координацию движений верхних и нижних конечностей, уменьшало колебательные движения туловища относительно продольной оси тела в каждом цикле движений, техника плавания приближалась к спортивной.

При плавании кролем на спине инвалидам без протеза трудно удерживать горизонтальное положение тела. Протез имеет достаточную плавучесть и помогает инвалиду удерживать положение тела близкое к горизонтальному,

при этом угол атаки всего на $5-6^\circ$ отличается от нормального. Движения ногами при плавании без протеза характеризовались выраженной асимметричностью. Культия, хотя и повторяла движения сохраненной конечности, но амплитуда движений коленного сустава значительно меньше по сравнению с движениями коленного сустава сохраненной конечности. Такие движения приводили к резким колебаниям туловища относительно продольной оси тела, мало способствовали возникновению гидродинамических сил, позволяющих пловцу удерживать горизонтальное положение тела и продвигаться вперед. При плавании с протезом эти недостатки устранялись, техника движений приближалась к спортивной. Общая координация движений также улучшалась. Однако наблюдался более замедленный темп и большая амплитуда движений по сравнению со здоровыми пловцами.

При плавании брассом использование протеза также значительно улучшало технику. При плавании без протеза инвалид не мог выполнять полноценное рабочее движение ногами. Ввиду отсутствия стопы, которая является основной гребущей поверхностью, толчок выполнялся только одной стопой, вторая, усеченная конечность, как бы «протыкала» воду. При таком плавании инвалид не мог сохранять прямолинейное движение и развивать достаточную скорость. Применение протеза устраняло эти недостатки.

Большое значение плавание и водные процедуры имеют в реабилитационном процессе инвалидов, находящихся в состоянии выраженного эмоционального и физического стресса как следствия перенесенной ампутации. Наибольшая выраженность стрессорной реакции выявляется в период подготовки к первичному протезированию и освоения протезно-ортопедических изделий. Клинические наблюдения и исследования свидетельствуют, что у 17–25,5% инвалидов, в зависимости от уровня ампутации, развивается артериальная гипертензия, повышается сосудистый тонус. Систематические занятия в бассейне способствуют нормализации артериального давления. Ле-

чебно-профилактическое воздействие плавания объясняется нормализующим, регулирующим влиянием на процессы возбуждения и торможения в коре головного мозга, нормализацией вегетативной иннервации и функционального состояния сердечно-сосудистой системы. В этой связи занятия плаванием должны носить регулярный характер, проводиться 3–5 раз в неделю, длительностью 30–40 минут. Целесообразно проведение периодического врачебного контроля с целью объективизации реакции организма на проводимые тренировки.

Положение тела инвалида в воде имеет ряд важных особенностей, обусловленных уменьшением массы тела и смещением общего центра массы (ОЦМ) тела. Смещение ОЦМ тела происходит в прямой зависимости от уровня ампутационного дефекта. У инвалидов после ампутации на уровне голени при статическом положении тела в воде и задержке дыхания на вдохе сохраняется положение близкое к горизонтальному, угол атаки практически не меняется по сравнению со здоровыми людьми и составляет около 8° . После ампутации на уровне бедра также сохраняется горизонтальное положение, хотя наблюдается тенденция к уменьшению угла атаки. У инвалидов после ампутации обеих нижних конечностей на уровне бедер при статическом положении в воде голова и плечевой пояс оказываются погруженными в воду, а часть таза и культы конечностей находятся выше уровня воды, угол атаки при этом приобретает отрицательное значение. Такое положение значительно нарушает так называемую гидропланирующую позу, а для поддержания горизонтального положения и принятия положительного угла атаки при плавании необходима интенсивная работа руками. Учитывая отсутствие нижних конечностей, продвижение вперед обеспечивается только за счет рабочих движений верхних конечностей, при этом движения производятся быстро, низко над водой. Вместе с этим возникает гиперлордоз позвоночника, носящий компенсаторный характер. В целом эти особенности способствуют увеличению лобового сопротивления, снижается скорость

движения, быстро развивается утомление мышц верхних конечностей. Для коррекции положения в воде могут использоваться вспомогательные плавсредства, в виде утяжеляющего пояса и жилета.

Таким образом, приведенные выше данные со всей очевидностью доказывают необходимость использования протезов нижних конечностей для плавания.

Специальные водостойкие протезы нижних конечностей начали создаваться в конце 50-х, начале 60-х годов. Производство этих изделий встречало большие трудности ввиду отсутствия соответствующих материалов и технологий. В Германии их изготовление началось с 1955 года. В этот период были сформулированы требования, предъявляемые к конструкции специальных протезов для плавания. Протезы должны были отвечать следующим критериям: быть легкими и достаточно прочными для передвижения на суше и в воде; косметичными и не иметь каблука. На основании этих требований был разработан протез голени для купания (I. Langhagel, 1959, 1960). Важным элементом конструкции протеза являлось отверстие в подошвенной части стопы, которое позволяло полости внутри протеза наполняться водой при входе в воду и выпускать ее при выходе на сушу. Вода, заполнявшая протез, должна была обеспечивать его достаточную плавучесть. Протез изготавливался цельнолитым, т.е. стопа и голень не имели модульного соединения. Для устойчивости ходьбы и снижения риска скольжения к подошвенной поверхности искусственной стопы приклеивалась специальная мягкая подошва, изготовленная из эластичной резины. Процесс изготовления протеза имел ряд особенностей: во-первых, при производстве гильзы использовалась смола арилдит-Д, во-вторых, переднюю и заднюю поверхности приемной гильзы в области коленного сустава усиливали стекловолокном.

Позднее, в 1960 году, G. Schuls был предложен новый вариант протеза для купания. Он состоял из внутренней части с приемной гильзой из пенопласта, косметической обо-

лочки, литой стопы, эластичного носка. Этот протез также не имел голеностопного шарнира, но отличался от предыдущей конструкции пенопластовым наполнением внутренней полости и отсутствием отверстия в подошве, что не допускало попадания воды в протез. Ввиду этого протез обладал положительной плавучестью, что затрудняло погружение при плавании на глубину.

Следует отметить, что описанные конструкции протезов требовали большой затраты сил и вызывали быстрое утомление пловца. В этой связи предпринимались попытки создания специальных приспособлений для плавания. Н. Habermann (1959) предложил специальную «клюшку» для купания под названием «baderboy», состоящую из системы полых трубок из легкого металла, покрытых слоем водонепроницаемой пластмассы. Эта конструкция была предназначена для инвалидов с культей голени или бедра. После ампутации на уровне бедра культя помещалась в седалищное кольцо, подобно кольцу шины Томаса. При этом практически вся поверхность культи оставалась открытой. На дистальном конце приспособления имелся резиновый наконечник. Коленный шарнир изготовлялся из пластмассы. В некоторых случаях конструкция снабжалась ластой для плавания. Однако следует отметить, что это приспособление не обеспечивало достаточной скорости плавания, но вместе с тем было удобным не только в воде, но и на берегу, позволяя инвалиду передвигаться, участвовать в играх и т.д.

Позднее J.N. Pierce et al. предложили протез, аналогичный конструкции G. Schuls с пенопластовым наполнителем, который отличался наличием в нем приемной гильзы и отсутствием эластичного носка. Для облегчения ходьбы в протезе был сделан подъем в области большого пальца.

Е.К. Молодая (1960) предложила протез голени для плавания, состоящий из стопы со щиколоткой, гильзы голени, приемной гильзы, пары металлических шин, манжетки на бедро и крепления. Использовалась резиновая стопа, деревянная щиколотка, гильза голени изготовлялась из стеклоткани, пропи-

танной эпоксидной смолой, приемная гильза и манжетка на бедро – из полиэтилена высокого давления. Шины изготавливались из нержавеющей стали. В щиколотке размещался замок, позволявший устанавливать стопу в эквинусное положение, более удобное при плавании. Однако, как показал практический опыт, конструкция оказалась недостаточно надежной в эксплуатации (Ю.П. Лукичев, 1980).

В последующем разработка протезов для плавания шла по пути усложнения конструкции с целью создания возможности изменения положения стопы при плавании. Оригинальные конструкции протезов голени были предложены А.Г. Плотниковым (в протезе имелся механизм, обеспечивающий изменение положения стопы), В.К. Комоловым и соавт. (с целью автоматического сгибания стопы при плавании имелся механизм изменения подошвенного угла, что существенно облегчало выполнение гребковых движений и улучшало технику плавания). Однако эти протезы не получили широкого распространения из-за сложности конструкции.

В Ленинградском НИИ протезирования (ныне Санкт-Петербургский научно-практический центр медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта) был разработан протез голени ПНЗ-56, включенный в номенклатуру протезно-ортопедических изделий, т.е. принят к серийному производству. Он изготавливался без голеностопного шарнира, с коти́ровочным устройством или без него. В конструкции приемной гильзы был соблюден принцип глубокой посадки. Протез состоял из приемной гильзы, несущей гильзы с косметическим дизайном формы голени, пластмассового переходника, бесшарнирной щиколотки, резиновой стопы и крепления. В дальнейшем был разработан детский (до 6 лет) протез голени для купания ПНЗ-65. Этот протез предназначался для купания в водоемах, бассейне, а также для ходьбы на небольшие расстояния. Протез состоял из стопы, выполненной из микроячеистого полиуретана, регулировочного узла и приемной гильзы из полиэтилена. Мягкая косме-

тическая оболочка состояла из вспененного полиэтилена и трикотажного чулка, пропитанного латуром. В протезе предусматривалась возможность оптимального выбора схемы за счет регулирования угловых параметров в диапазоне $\pm 7^\circ$, при установке стопы и приемной гильзы. Вес протеза не превышал 600 г. Общий вид показан на рис. 47.

Современные конструкции протезов нижних конечностей разрабатываются и изготавливаются в соответствии с определенными медико-техническими требованиями, определяющими конструктивные особенности изделий, их функциональность и безопасность для пациента. Практически все конструкции выполняются из легких полимерных материалов, обладают высокими функциональными возможностями, обеспечивая более или менее длительную ходьбу по суше и выполнение полноценных гребковых движений при плавании и т.д.

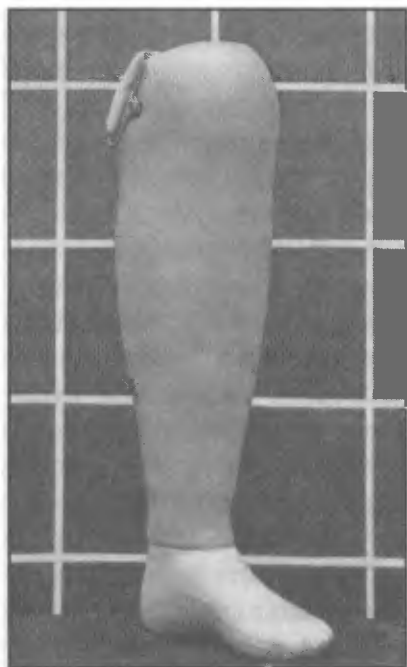


Рис. 47. Детский протез голени для купания ПНЗ-65

Несколько вариантов протезов голени с косметической оболочкой, полностью повторяющей форму конечности, показаны на рис. 48. Эти протезы могли использоваться как для плавания, так и для повседневного пользования. Первый из них (слева) с полноконтактной приемной гильзой, выполненной из углеродного волокна, со стопой типа Seattle Foot (косметический вариант). Второй протез также с полноконтактной гильзой и аналогичной искусственной стопой. Последний сверхлегкий протез с углеродно-эпоксидной приемной гильзой и стопой типа Carbon Copy.

Все протезы имели водонепроницаемую косметическую оболочку, имитирующую кожный покров.

Оригинальная конструкция протеза голени для плавания и ходьбы была разработана Нью-Йоркским центром протезирования ветеранов-VAPC (Veterans Administrations Prosthetic Center, NY). Протез имел двухпозиционный замок-переключатель щиколотки. Щиколотка протеза замыкалась под углом 90° для ходьбы и под углом 120°

для плавания. Каждая позиция контролировалась перемещением игольчатого элемента, который автоматически фиксировал положение стопы. Пловец мог легко регулировать положение стопы посредством кольца, расположенного на задней поверхности протеза. Таким образом, высокофункциональная система VAPC позволяла пловцу входить в воду, изменять положение стопы и плавать. Использование протеза обеспечивало не только тренировку мышц культи, но и совершенствование техники движений. Протез был сделан из полипропилена, так как он обладает не только водостойкостью, но и устойчивостью к коррозии в соленой воде. Стопа Kingsley Symes идеально подходила для этой конструкции, совместима со щиколоткой. Все другие компоненты, такие как несущие трубки, винты, изготавливались из стали.

После ампутации бедра могут использоваться протезы фирмы ОТТО-ВОСК, имеющие водостойкое покрытие и пластмассовый коленный шарнир, который замыкается при вхождении в воду. Протез имеет несколько полостей, заполняемых водой через специальные отверстия при входе в воду; и через них же она выливается при выходе на сушу. Протезы



Рис. 48. Протезы голени для плавания и ходьбы (по Е.М. Burgess et al., 1992)

могут использоваться как для плавания, так и для ходьбы на пляже, в бассейне и др.

Определенное значение имеют искусственные стопы. Некоторые конструкции, такие как Seattle Foot, SAFE Foot, Dynamic Foot и другие, пригодны для эксплуатации в воде и могут использоваться в протезах для плавания. Вместе с этим считается, что любая стопа, используемая в протезах для плавания, должна иметь специальное водостойкое покрытие или обрабатываться водостойким красителем. То же самое касается модулей лодыжки, которые также должны быть защищены от воздействия воды.

Среди специальных стоп, используемых в протезах для плавания, можно отметить Kingsley Beachcomber Foot, имеющую оригинальный дизайн, которая также применяется для ходьбы без обуви.

Следует отметить оригинальную конструкцию лодыжки, получившей название Activeankle. Закрепленная на торце водостойкой приемной гильзы, она обеспечивает подвижное сочленение с ластой. Майк Росс с культями обеих голеней при использовании узлов лодыжки Activeankle и ласт достигает высокой скорости и техники плавания.

Велоспорт

Езда на велосипеде является важным элементом двигательной активности любого человека. Это не только вид спорта, но и активный отдых, доступный каждому. Практически все помнят свой первый велосипед, свои первые успехи и неудачи при его освоении. Вместе с этим лица, систематически занимающиеся ездой на велосипеде, расценивают его как средство не только физической тренировки, но и эстетического удовлетворения.

Езда на велосипеде и занятия велоспортом доступны инвалидам, перенесшим ампутации нижних конечностей на уровне голени или бедра. Существенным моментом в подготовке

и освоении езды, как в отношении подгонки протеза, так и обеспечения травмобезопасности культы, является использование велотренажеров и велоэргометров. Их применение позволяет в полной мере обеспечить решение этих задач посредством регулирования нагрузки, выбора оптимальной схемы сборки протеза, немедленного прекращения педалирования при появлении каких-либо негативных проявлений со стороны культы и т.д.

Езда на велосипеде требует определенной выносливости и хорошей тренировки мышц нижних конечностей, что может быть достигнуто с помощью тренажеров и тренажерных устройств соответствующего назначения. Помимо этого необходимо решение некоторых вопросов технического характера.

Велосипедист с культей на уровне голени может испытывать избыточное давление в подколенной ямке или на коленный сустав со стороны приемной гильзы при полном сгибании коленного сустава. В таких случаях рекомендуется изменение схемы сборки протеза, в частности увеличение угла наклона приемной гильзы. Второй вариант – это подъем седла велосипеда. В обоих случаях достигается уменьшение угла сгибания в коленном суставе и, соответственно, снижается давление и нагрузка на культю во время езды. Однако изменение схемы сборки может отрицательно сказаться на возможности ходьбы на таком протезе.

Существенным моментом является установка и фиксация искусственной стопы на педалях велосипеда. Для улучшения условий педалирования рекомендуется размещать стопу таким образом, чтобы ее средняя или даже пяточная часть находилась на середине педали. С биомеханической точки зрения такое положение стопы наиболее рационально, поскольку при этом обеспечивается наиболее эффективная передача усилия, увеличивается проприоцептивная чувствительность культы. Это положение считается предпочтительным еще и потому, что многие искусственные стопы, используемые

в обычных протезах, имеют гибкий носок, что затрудняет эффективное вращение педалей ввиду их прогибания. В этой связи рекомендуется использование обуви с твердой подошвой. Некоторые энергосберегающие стопы, например Flex Foot, Carbon Copy System-11, DAS Foot, Dynamic Foot и другие, в силу их конструктивных особенностей, могут применяться с обычной обувью.

Существенное значение имеет фиксация стопы протеза. С этой целью применяются специальные зажимы или ремни для носков стопы. Для инвалидов с дефектами обеих голени разработаны специальные быстросъемные крепления, позволяющие быстро освободить стопу при остановке и в других непредвиденных ситуациях.

Хорошо известно, что усилие прикладывается к педали не только при движении вниз, но и при движении вверх, что особенно важно при подъеме в гору. Для инвалидов подъем в гору затруднителен ввиду ограниченной возможности приложения соответствующего усилия искусственной стопой. Даже при небольшом уклоне инвалид вынужден вставать на педали, используя вес тела для их вращения.

Заслуживают внимания достижения инвалидов-спортсменов, занимавшихся велоспортом. Например, американские спортсмены прошлых лет Чарлз Демпси и Джим Пенсейер участвовали в национальных и международных велогонках наравне со здоровыми велосипедистами. Во время соревнований они использовали специальную обувь, зажимы для фиксации носков, энергосберегающие искусственные стопы. Джим Пенсейер во время тренировок проходил дистанции до 300 миль в неделю.

Инвалиды после ампутации на уровне бедра для езды на велосипеде нуждаются в эффективных коленных модулях. Для этих целей может использоваться коленный узел OTTO-BOCK серии Active Line 3C1 с гидравлическим механизмом MAUCH SNS. Его использование способствует более плавному и мягкому педалированию, улучшает технику движений. Так же как и

после ампутации на уровне голени, с целью уменьшения угла сгибания в коленном шарнире рекомендуется подъем седла велосипеда, установка средней части или пятки стопы на середину педали, использование зажимов для фиксации носка стопы. Приемная гильза протеза должна иметь гибкий верхний край. Предпочтительны гильзы типа САТ/САМ продольно-овальной формы и дополнительное крепление протеза в виде пояса.

Один из известных лыжников-спортсменов прошлых лет Грег Маннино в период межсезонья систематически использовал для тренировок велотренажеры и занимался велоспортом (рис. 49). Во время тренировок он пользовался протезом с гидравлическим модулем MAUCH SNS, гибкой приемной гильзой, специальной обувью и т.д., что в целом позволяло выпол-



*Рис. 49. Грег Маннино во время занятий велоспортом
(по Е.М. Burgess et al., 1992)*

нять большой объем нагрузок и преодолевать дистанции до 100 миль в неделю.

Одна из последних разработок фирмы ОТТО-ВОСК – гидравлический коленный модуль 3R80, обладающий высокими функциональными и конструктивными возможностями, о чем было сказано выше, также может использоваться в протезах бедра для езды на велосипеде.

Лыжный спорт

Несмотря на разнообразие зимних видов спорта, наибольшее внимание уделяется ходьбе на лыжах, в том числе и по пересеченной местности. Многими специалистами ходьба на лыжах расценивается как одна из наиболее эффективных форм физической тренировки, закаливания и т.д. Этот вид спорта требует большой выносливости, тренированности кардио-респираторной и опорно-двигательной систем. Кроме того, необходим определенный навык, техника и координация движений.

При ходьбе на лыжах нижние конечности работают в скользящем режиме, что относительно травмобезопасно для культуры. Вместе с этим отмечается, что выполнение скользящих движений может быть затруднительно для инвалидов. Эффективное скольжение, поддержание равновесия во время движения могут быть достигнуты рациональным использованием лыжных палок. Необходима выработка правильного стереотипа движений, координация движений верхних и нижних конечностей. Инвалиды, владеющие хорошей координацией и техникой ходьбы на лыжах, например, после ампутации голени, практически компенсируют дефицит мышечной силы усеченной конечности. Большую роль в этом процессе играет владение палками, которые способствуют поддержанию скорости и темпа движений.

Средства протезной техники и приспособления для ходьбы на лыжах определяются в зависимости от уровня ампута-

ции. После ампутации на уровне голени весьма эффективно использование энергосберегающих стоп. Многие инвалиды-спортсмены практиковали использование стопы типа Flex-Foot, которая в силу своих конструктивных особенностей способна обеспечить толчок с достаточно большой силой. В то же время считается, что конструкции многоосевых искусственных стоп в меньшей степени подходят для ходьбы на лыжах. Приемная гильза протеза не должна ограничивать движений в коленном суставе, для лыжника очень важно сохранить полный объем движений и в то же время обеспечить стабильность сустава. Специальные протезы для ходьбы на лыжах имеют несколько измененную схему сборки, в частности небольшой наклон приемной гильзы относительно оси протеза и различные варианты изменения соосности.

В протезах бедра рекомендуется использование гидравлических коленных модулей, например MAUCH SNS или других конструкций, а также различных вариантов энергосберегающих стоп. При ходьбе на лыжах обычно используется техника движений, которая заключается в выполнении энергичного толчка обеими палками и движения тела вперед. Достижение полноценных скользящих движений затруднительно для инвалидов с культей бедра, однако длительные и упорные тренировки позволяют существенно улучшить технику движений.

Определенное внимание уделяется внесезонной тренировке с использованием роликовых лыж, а также специальных лыжных тренажеров, позволяющих поддерживать хорошую спортивную форму, совершенствовать технику движений и т.д. Наиболее рациональными признаются комбинированные тренировки с использованием роликовых лыж и тренажерных устройств. Однако некоторые авторы придерживаются сдержанного отношения к роликовым лыжам из-за большой вероятности падения и травматизма.

На рис. 50 – Грег Маннино, медалист Параолимпийских зимних игр 1988 года в Калгари (Канада). Он пользовался про-

тезом бедра Blatchford Endolite с гидравлическим коленным узлом MAUCH SNS, приемной гильзой типа CAT/CAM и энергосберегающей стопой фирмы Blatchford.

Заслуживает внимания выпущенное в США В. Kegel (1985) хорошо иллюстрированное приложение к *Journal of Rehabilitation Research and Development*, отражающее возможности инвалидов, перенесших ампутации нижних конечностей, заниматься самыми разнообразными видами спорта. Занятия спортом доступны инвалидам практически всех возрастных групп и носят, по мнению автора, в основном оздоровительную или реабилитационную направленность. Такой подход позволяет достичь адекватной двигательной активности, самоутвердиться в современном обществе. По наблюдениям В. Kegel некоторые виды спорта не требуют применения специальных конструкций протезов, например гребля, парашютный спорт, езда на мотоцикле, верховая езда и др. В процессе занятий спортивной деятельностью могут использоваться



*Рис. 50. Грег Маннино
во время тренировок
(по Е.М. Burgess et al., 1992)*

обычные конструкции протезов нижних конечностей для сохранения функции опоры и ходьбы.

В. Kegel большое внимание уделялось зимним видам спорта, в частности горнолыжному. Для инвалидов, перенесших ампутацию одной конечности, были разработаны специальные приспособления, получившие название Outriggers (рис. 51). Эти устройства представляли собой изделие, совмещающее костыль с мини-лыжей. Костыль имел шарнирное соединение с мини-лыжей, обеспечивающее

отклонение костыля относительно мини-лыжи до 30° . Шарнир был сконструирован так, что обеспечивал удержание костыля в вертикальном положении, регулировался по высоте таким образом, чтобы при вертикальном положении лыжника мини-лыжа находилась на высоте 2,5–5 см от поверхности опоры. Использование этого устройства обеспечивало лыжнику поддержание равновесия во время спуска на лыжах. Одной из наиболее часто используемых моделей являлся Flipski. В этой конструкции имелась возможность управления мини-лыжей во время движения, что достигалось с помощью тяги, закрепленной к ручке.

Горные лыжи доступны инвалидам и после ампутации обеих нижних конечностей. В этих случаях помимо укороченных протезов могут использоваться специальные конструкции сидений, соединенные с монолыжей. Оригинальное устройство для инвалидов после ампутации обоих бедер было разработано G. Neff. Другая аналогичная конструкция была предложена Р. Миром, Г. Баркдейлом и Д. Мацамура для инвалидов с культиями обоих бедер или после вычленения в тазобедренных суставах. Эта конструкция состояла из приемной гильзы-корзины, расположенной на управляемой платформе. Во время спуска с горы инвалид пользовался укороченными Outriggers (рис. 52). Низкое расположение общего центра массы тела позволяло заниматься слаломом, развивать достаточно большую скорость. Еще одна конструкция была разработана немецкими специалистами и получила назва-

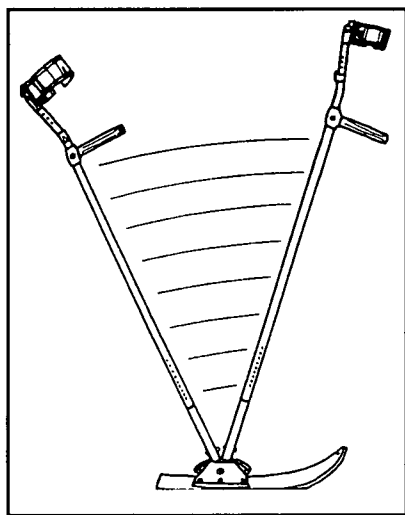


Рис. 51. Outriggers — крепление мини-лыжи. Наличие шарнира обеспечивало подвижность в сочленении (по В. Kegel, 1985)



Рис. 52. Лыжник с амелией нижних конечностей на моно-лыже с укороченными Outriggers (по В. Kegel, 1985)

ние Mono-Ski-Bob. Она предназначалась для инвалидов, перенесших ампутации обеих нижних конечностей или страдающих параплегией. Приемная полость перемещалась на специальной усиленной лыже, которая выдерживала большие нагрузки. Приемная полость была изготовлена из фиброгласса и имела аэродинамическую форму. Для выполнения поворотов и поддержания равновесия использовались два укороченных Outriggers. Отличительной особенностью данной конструкции являлось устройство, обеспечивающее подъем и опускание приемной полости самим инвалидом, без какой-либо посторонней помощи. Подобная конструкция была разработана в США и получила название Arroya Mono-Ski. Она была продемонстрирована

на 14 национальных спортивных играх инвалидов в Колорадо в 1985 году. Это устройство было смонтировано также на одной лыже, имело регулируемое сиденье и механизм, обеспечивающий постоянное подвешенное состояние сиденья. Применяя короткие Outriggers, лыжник мог маневрировать и выполнять повороты (рис. 53). Авторами отмечалось, что Outriggers использовались не только для выполнения поворотов, но и при движении по ровной поверхности, при пользовании горными подъемниками и в других си-

туациях. С развитием горного серфинга устройство открывало инвалидам возможность приобщиться к этому виду спорта.

Спортивные игры

Спортивные игры, в которых движения не имеют стереотипного цикла повторения, как правило, оказывают преимущественное влияние на состояние опорно-двигательной системы в плане увеличения подвижности в суставах, укрепления мышечного и связочного аппарата. Вместе с этим ациклические упражнения способствуют улучшению подвижности и координации движений, реакции, внимательности, развивают сноровку и т.д.

Наибольший эффект физической тренировки достигается при сочетанном применении циклических и ациклических упражнений аэробного характера. Многообразие спортивных игр дает возможность выбора инвалидам наиболее адекватного и эффективного вида тренировки.

Настольный и большой теннис, бадминтон, баскетбол, волейбол, гандбол и некоторые другие спортивные игры сопровождаются относительно небольшим физическим напряжением и в то же время являются достаточно эффективными средствами тренировки, особенно при систематических и регулярных занятиях. Эти игры требуют быстрой реакции, лов-



Рис. 53. Спуск с горы на Arroya Mono-Ski (по В. Кегел, 1985)

кости, быстрого изменения положения тела. Вместе с этим участники игры не преодолевают больших дистанций, поскольку игры проводятся на небольших площадках или кортах, что в целом создает благоприятные условия для культи в плане травмобезопасности. Однако как и во многих других играх и видах спорта, важным моментом является отработка скоростных движений, ловкости, тактики игры. Ввиду необходимости быстрого передвижения, выполнения прыжков и других игровых движений существенное внимание должно быть уделено тщательности подгонки и изготовления приемной гильзы. Принципы ее моделирования и изготовления не отличаются от описанных выше.

При спортивных играх, например гольф, существенное значение для выполнения полноценных игровых движений имеет конструкция коленного модуля, совмещенная с торсионным адаптером. Торсионные адаптеры обеспечивают упругую амортизацию резких толчков и ударов, ротационных движений тела, снижают риск повреждения мягких тканей культи. Применение торсионных адаптеров повышает функциональность протезов голени и бедра, предназначенных для активных пациентов. На рис. 54 показаны элементы игры в гольф и динамика движений коленного модуля, оснащенного таким устройством. Следует добавить, что различные конструкции торсионных адаптеров обеспечивают поворот модуля со стопой более чем на 90° и тем самым создают удобство и более естественное положение при сидении на траве и т.д.

Для игры в гольф на протезе бедра, верховой езды, езды на велосипеде американской фирмой Century XXII разработан полицентрический коленный модуль с гидравлическим механизмом и торсионным адаптером (модель 2000), внешний вид которого показан на рис. 55.

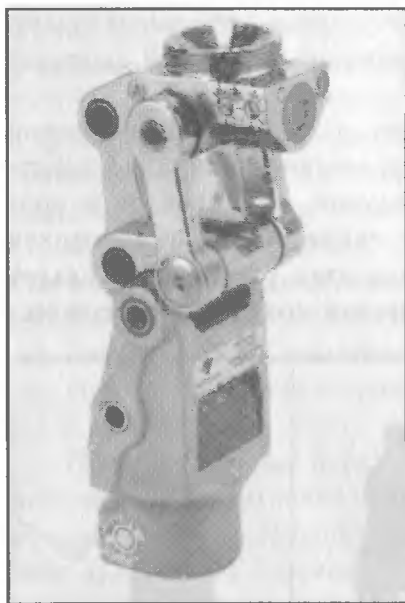
Как уже было отмечено в предыдущих разделах, для инвалидов, перенесших ампутации нижних конечностей на уровне бедра, разработаны и выпускаются различные конструкции коленных модулей с гидравлическими и пневматическими узла-

ми, обеспечивающими компенсацию ударных нагрузок на культю и приближающих кинематику движений к таковой здоровой конечности.

В этой связи можно отметить разработки французской фирмы Proteval, уделяющей определенное внимание конструированию и изготовлению модулей, компонентов и протезных изделий для активных пациентов, занимающихся спортивной деятельностью. Среди этих разработок следует выделить коленный полицентрический модуль с пневматичес-



Рис. 54. Игра в гольф на протезе бедра фирмы Blatchford, оснащенный торсионным адаптером



*Рис. 55. Гидравлический
полицентрический коленный модуль
фирмы Century XXII*



*Рис. 56. Полицентрический коленный
модуль с пневматическим механизмом
фирмы Proteval*

ким узлом (рис. 56). Использование этого модульного коленного шарнира, со всеми присущими данным конструкциям функциональными качествами, дает инвалидам возможность активного участия в различных спортивных играх, например в баскетбол, волейбол, что иллюстрируется на рис. 57.

Баскетбол один из наиболее распространенных командных видов спорта. Эта игра требует от игрока очень быстрых движений, высокой степени владения мячом, выполнения прыжков, коротких пробежек, а также быстрого изменения направления движения. Последней фактор требует выносливости со стороны культи.

Применение полицентрического коленного модуля с пневматическим узлом фирмы Proteval позволяет выполнять все необходимые игровые движения – прыгать, бегать, быстро изменять направление движения и т.д. В рекламных проспек-

тах фирмы Proteval отмечалось, что этот коленный модуль был использован одним из инвалидов при восхождении в Гималаях.

Игры в хоккей, футбол и другие требуют постоянного движения игрока, преодоления больших дистанций во время игры, постоянного напряжения, в связи с чем они могут оказаться трудными для многих инвалидов. Пациенты, которые не могут выдержать заданный темп, не получают удовольствия от игры, при этом снижается эмоциональный уровень и интерес. Однако такая ситуация, в определенных условиях, может быть исправлена путем изменения позиции на поле, которая не требует постоянного бега (например, вратарь). Вместе с тем при наличии каких-либо осложнений со стороны культы или проти-

вопоказаний соматического плана специалистами рекомендуется выбор другого вида спортивной игры, адекватной физическим возможностям инвалида.

Хоккей на льду требует хорошей физической подготовленности и высококачественной подгонки приемной гильзы протеза. В процессе тренировок могут использоваться роликовые коньки. Их применение считается весьма полезным, поскольку, во-первых, вырабатывается навык игры, во-вторых, они имеют большую площадь опоры, что обеспечивает устойчи-



Рис. 57. Игра в волейбол с использованием протеза бедра с коленным модулем Proteval

вость. По мнению Е.М. Burgess et al. (1992), начинающим хоккеистам следует использовать для тренировок именно роликовые коньки и только после их освоения выходить на лед. Также как и в других видах спорта, при сборке протеза голени рекомендуется изменение схемы в виде увеличения угла наклона приемной гильзы, что облегчает отталкивающие движения во время игры.

Следует особо отметить, что в этот один из самых популярных силовых командных видов спорта впервые пришли российские инвалиды-спортсмены. Первая команда в мире, вышедшая на лед с клюшкой в руках, получила название «Санкт-Петербургские Лоси». В декабре 1999 года в Бостоне (США) состоялся первый товарищеский матч. Российскую команду пресса называла «чудом на льду». Первую в мире хоккейную команду составили инвалиды, перенесшие ампутации нижних конечностей на уровне голени, бывшие воины-интернационалисты, прошедшие войну в Афганистане. Сборную команду США также составили ветераны войны во Вьетнаме. Можно подчеркнуть, что до первого товарищеского матча в США американские спортсмены-инвалиды играли в хоккей на специально приспособленных салазках. Второй, ответный матч состоялся в рамках Чемпионата мира по хоккею в Санкт-Петербурге 10 мая 2000 года. Этот матч вошел в историю хоккея, продемонстрировал огромный жизненный потенциал, мужество его участников. Подготовка и проведение товарищеских матчей осуществлялись при участии Международного института протезной реабилитации пострадавших от противопехотных мин (IPRLS) и его директора М. Питкина, а также специалистов Санкт-Петербургского научно-практического центра медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта, тренеров и при поддержке организаторов Чемпионата мира по хоккею.

Игра в футбол представляет значительные трудности: для инвалидов весьма затруднительны напряженный бег, удары по мячу и поддержание равновесия. Как альтернативный вариант

можно рекомендовать мини-футбол ввиду меньшей площади игрового поля (в закрытых помещениях, на искусственном покрытии).

В последние годы среди инвалидов получил признание футбол на костылях (без применения средств протезной техники). Это весьма эмоциональный и соревновательный вид спортивной деятельности. Все участники пользуются костылями, что в целом уравнивает шансы и возможности игроков.

Тяжелая атлетика

Тяжелая атлетика в силу своей специфики менее доступна инвалидам по сравнению с вышеописанными видами спортивной деятельности. Однако она привлекает энтузиастов, стремящихся к реализации своих потенциальных возможностей в этом виде спорта. Современные конструкции модульных узлов и полуфабрикатов, материалов, технологий изготовления протезов нижних конечностей позволяют инвалидам с различными уровнями ампутации участвовать в тренировках, соревнованиях и добиваться определенных успехов в выбранном виде спорта. Модульные системы и компоненты протезов для занятий тяжелой атлетикой помимо функциональных качеств должны обладать высокими прочностными характеристиками, выдерживать значительные ударные и статические нагрузки.

В этой связи можно отметить, что в относительно недавнем прошлом, в 80-х годах, отсутствовали специальные протезные изделия для занятий тяжелой атлетикой. Инвалиды, например при метании ядра или диска, вынуждены были пользоваться костылем для сохранения опоры и равновесия или обычными протезами, практически не пригодными для этих целей. Это обуславливало невысокие спортивные результаты. Многие вопросы спортивной деятельности инвалидов, их результаты и достижения отражались на страницах журнала



*Рис. 58. Метание ядра
с использованием протеза
Blatchford Endolite*

Versehrtensport, издаваемого в ГДР (Organ Des Deutschen Verbandes Für Versehrten Sport Der DDR).

В последние годы для инвалидов с культей бедра Blatchford Endolite разработан новый коленный модуль с ограничением угла сгибания коленного шарнира в фазе опоры, срабатывающего под воздействием веса тела. Это помогает добиться более естественных движений при ходьбе, амортизационного подгибания, что ограничивает удар, передаваемый на культю при касании поверхности опоры. Локомоции инвалида способствует также возврат энергии, «накопленной» в соответствующие моменты движения. Использование этой конструкции протеза в комбинации со стопой Multiflex дает возможность заниматься спортом, в частности толканием ядра, сохраняя устойчивость и равновесие. Толчок при этом осу-

ществляется имеющейся конечностью. Коленный узел и метание ядра показано на рис. 58.

Шведской фирмой Centri разработана новая система несущего модуля, являющегося наиболее прочным среди аналогичных изделий, предназначенных для больших нагрузок. Модуль фирмы Centri BOA G-11 выдерживает вес до 450 кг и с

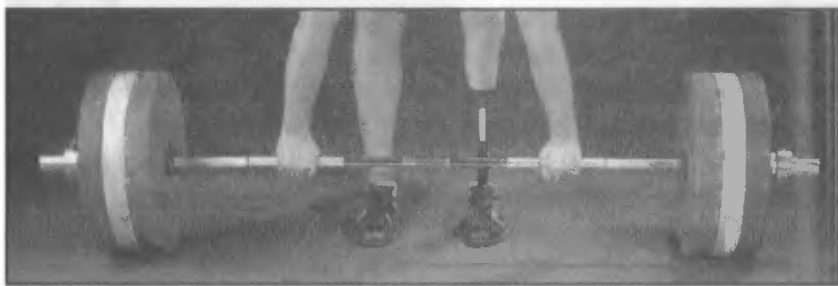


Рис. 59. Подъем штанги с использованием протеза голени с модулем BOA G-11

отметкой СЕ* предназначен для инвалидов с весом до 125 кг. Модуль имеет уникальные коти́ровочные возможности для коррекции схемы, что облегчает его применение в различных конструкциях протезов и облегчает процесс сборки. Учитывая высокие прочностные характеристики модуля BOA G-II, инвалиды могут заниматься подъемом штанги, что иллюстрируется на рис. 59.

Метание диска является одной из дисциплин, входящих в программу Параолимпийских игр. Среди инвалидов с культей голени в Атланте Шон Браун установил новый мировой рекорд, метнув диск на 53,08 м. Бельгиец Кеерсмакер метнул диск на 43,26 м, установив тем самым новый мировой рекорд в своем классе, предыдущий рекорд составлял 41,0 м.

Достижения в этом виде спорта тесным образом связаны с использованием новых материалов и оригинальных конструкций протезов. Джон



Рис. 60. Джон Эден во время соревнований

Эден из Австралии во время соревнований применял индивидуально изготовленный протез бедра, без стопы, со специально рассчитанными упругими и прочностными характеристиками (рис. 60).

В заключение следует отметить, что спортивные результаты зависят от многих факторов, взаимно дополняющих друг друга. Существенное значение имеют: организация тренировочного процесса, соответствующая спортивная база; опыт и квалификация тренера, который помимо профессиональной подготовки должен обладать знаниями в области спортивной протезной техники; использование современных конструкций протезов и вспомогательных технических средств, а также личная мотивация, целеустремленность и талант инвалида.

КРЕСЛА-КОЛЯСКИ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ СПОРТОМ



Занятия многочисленными видами спорта, участие в тренировках и соревнованиях инвалидов с последствиями поражения спинного мозга, нарушением функции нижних конечностей немислимо без применения специальных кресел-колясок, предназначенных для этих целей.

Следует отметить, что в настоящее время многими фирмами, специализирующимися на разработке и производстве реабилитационной техники, создается и выпускается огромное количество моделей инвалидных колясок и средств передвижения. Они различаются по своему назначению, конструктивным особенностям, весу, габаритам и т.д. В зависимости от назначения инвалидные коляски дифференцируются по конструкции: для использования в домашних условиях – легкие и сверхлегкие; дорожные, прогулочные, складные для перевозки в автотранспорте; по управлению – с рычажным приводом, одной или обеими руками, снабженные электроприводом, с электронным или сенсорным управлением, с микропроцессорной техникой и т.д. Конструкции и размеры колясок различны для детей, подростков, взрослых инвалидов. Уровень производства инвалидных колясок по своей инфраструктуре, количеству моделей, технологическому уровню и другим показателям, в определенной мере, можно сравнить с автомобильной индустрией. Существенные различия могут проявляться только при сравнении отдельных показателей, таких, как объем производства, энергоемкость и некоторых других.

Отдельной отраслью в разработке и производстве инвалидной техники является выпуск специальных спортивных кресел-колясок, что стало предметом деятельности крупных или средних по объему производства фирм. Конструкции совре-

менных спортивных колясок различаются как по своим компоновочным параметрам, так и в зависимости от назначения и применения, например для игры в баскетбол, теннис, для участия в гонках и т.д.

Учитывая большое разнообразие моделей спортивной техники, модификаций, конструктивных решений, в рамках одного учебного пособия невозможно охватить все аспекты, конструктивные особенности, технические характеристики, поэтому в данном разделе мы ограничились описанием продукции ведущих фирм и иллюстрацией только отдельных кресел-колясок для спортивной деятельности.

А.В. Wilson (1987), касаясь исторических аспектов обеспечения инвалидов специальными креслами-колясками, констатировал, что появление первых баскетбольных колясок вскоре после окончания Второй мировой войны послужило толчком к развитию и совершенствованию этого вида инвалидной техники. Разработанные в те годы базовые модели колясок претерпевали различные изменения и модификации с целью удовлетворения потребностей инвалидов-спортсменов. Появление легких, высокоманевренных колясок открыло инвалидам возможность участия в гонках, сделало игру в теннис доступной и интересной. Эти коляски могли использоваться не только в соревновательной деятельности, но также для активного отдыха и рекреации.

Широкое использование спортивных моделей колясок послужило большой практической базой для дальнейшего их совершенствования и производства высокоскоростных колясок, способных соперничать даже с автомобильной техникой, а также очень компактных и складных моделей, уместяющихся в багажнике автомобиля. Многие инвалиды, пользовавшиеся ранее обычными креслами-колясками, перешли к постоянному пользованию исключительно спортивными моделями.

Производством спортивных колясок в те годы занималось более 20 фирм, но, несмотря на значительное количество моделей и их модификаций, автором выделяются общие харак-

терные особенности колясок. Большинство фирм использовало задние колеса диаметром 24 дюйма, и только некоторые фирмы использовали 27-дюймовые колеса. Вес колясок варьировался в пределах от 16 до 38 фунтов, что определялось, в основном, применяемыми материалами и особенностями конструкции сиденья. Были предложены модели со съемными задними колесами, при этом обеспечивался их быстрый монтаж и демонтаж без использования каких-либо специальных инструментов, что в свою очередь обеспечивало компактность и удобство транспортировки. Большинство колясок комплектовалось 5-дюймовыми передними колесами, хотя в ряде случаев применялись 4-дюймовые и даже 9-дюймовые колеса. Практически все модели колясок выпускались с регулируемым углом развала задних колес. Первые образцы базовых моделей спортивных колясок показаны на рис. 61.

Возможность подгонки габаритов коляски в соответствии с индивидуальными особенностями инвалида, простота обслуживания, легкость управления, удобная поза при движении выгодно отличали эти модели от остальных колясок, что, естественно, привлекало внимание инвалидов и обуславливало использование данных моделей не только для спортивной деятельности, но и в повседневной жизни.

В настоящее время одной из крупнейших фирм Европы, занимающихся разработкой и производством разнообразной инвалидной техники и средств реабилитации, в том числе

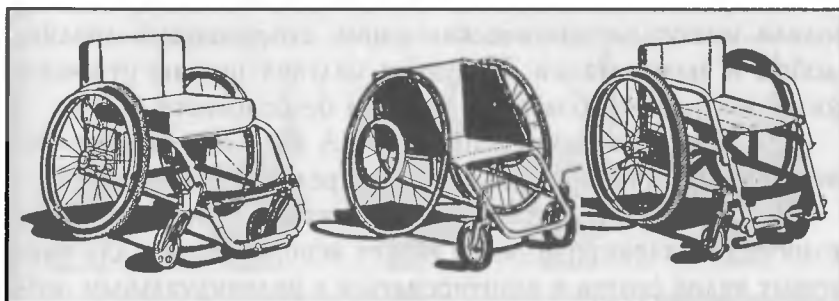


Рис. 61. Базовые модели спортивных колясок (по А.В. Уилсон, 1987)



Рис. 62. Первые образцы кресел-колясок MEYRA

спортивных кресел-колясок, является немецкая фирма MEYRA. Она была основана в 1936 году Вильгельмом Майером. Первой продукцией фирмы были механические рычажные коляски, а также с электроприводом. На рис. 62 показаны образцы инвалидных колясок, выпущенные фирмой в тот период.

По мере развития фирмы, расширения ассортимента выпускаемых колясок ее продукция получила признание в стране и за рубежом. Сейчас MEYRA является ведущим предприятием с численностью специалистов свыше 700 человек. Расположена фирма в Каллеталь-Кальдорфе (Германия).

Фирмой за более чем 60-летний период существования накоплен огромный опыт в области разработки и создания самых разнообразных технических средств реабилитации, однако коляски остаются основной продукцией. Большинство обычных кресел-колясок изготавливаются из бесшовных трубок прецизионной стали, детали хромируются, преимущественно по методу «дуплекс». Практически все серийно выпускаемые модели имеют пневматические шины, современный дизайн, удобны в эксплуатации. При этом изделия фирмы отвечают самым высоким требованиям техники безопасности.

Для инвалидов-спортсменов MEYRA предлагает кресло-коляску под названием PROFİ, которая представлена на рис. 63.

Модель PROFİ по своим конструктивным параметрам и техническим характеристикам может использоваться для различных видов спорта и адаптироваться к индивидуальным особенностям инвалида, для PROFİ выпускается 3 размера рам,

имеются возможности регулировки ширины и глубины сиденья, высоты спинки. По ширине сиденья предусматривается 21 вариант компоновки, 24 варианта сборки и регулировки расстояния между передними и задними колесами. Подножка регулируется по длине, глубине и высоте положения. Имеется 5 видов передних колес (рис. 64). Рама коляски выполнена из высококачественного алюминиевого сплава. Коляска отличается высокой прочностью, маневренностью, легка в управлении и обслуживании. PROFi комплектуется особо легкими спортивными шинами для помещений, а при пользовании на открытых площадках – стандартными шинами, которые имеют низкое сопротивление качению. Вариационный блок подшипника задних колес обеспечивает регулировку центра массы и выбор угла развала колес. Колеса быстро монтируются и демонтируются. Коляска имеет так называемый спортивно-динамичный дизайн.

Спортивные коляски PROFi поставлялись немецко-бельгийской, австрийской мужским баскетбольным командам инвалидов. Немецкой баскетбольной команде кресла-коляски по-



Рис. 63. Спортивная коляска
MEYRA PROFi

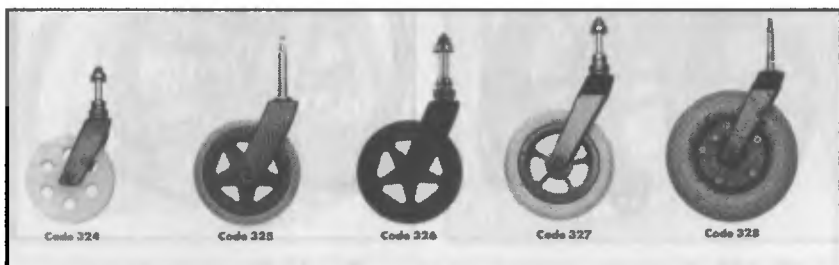


Рис. 64. Переднее колесо для спортивной коляски PROFi

ставляются с 1984 года, при этом MEYRA является спонсором команды. Благодаря мастерству спортсменов и высокому качеству продукции MEYRA, команда немецких баскетболистов неоднократно добивалась высоких спортивных результатов на европейских чемпионатах, мировых первенствах в Англии и Австралии, на Параолимпийских играх в Южной Корее и т.д.

Баскетбольные коляски MEYRA соответствуют стандарту международной федерации баскетбола на колясках. Они отличаются высокой маневренностью, отсутствием рулевых приспособлений и тормозов. Сиденье находится на высоте не более 53 см от пола.

Результатом дальнейшего совершенствования и разработки спортивной техники стала коляска, получившая название PROF1-2, которая показана на рис. 65. Эта модель имела более высокую мобильность, устойчивость, небольшой вес и отвечала самым высоким требованиям инвалидов-спортсменов. Коляска поставлялась мужской баскетбольной команде Германии для участия в Параолимпийских играх 1992 года в Барселоне.

Вместе с этим фирмой MEYRA предлагается легкая коляска для спортивных игр серии HOBVY, вес которой составляет около 9 кг. Она оснащена специальными спортивными щипцами для помещений, сменными передними колесами, спортивной под-



Рис. 65. Спортивная коляска
MEYRA PROF1-2



Рис. 66. Спортивная коляска
MEYRA серии HOBVY

ножкой. Передние колеса и подножка являются унифицированными и могут комплектоваться с другими моделями колясок, выпускаемых фирмой. Передние колеса монтируются вместе с вилкой и головкой управления. Важной особенностью является возможность быстрой замены передних колес, при необходимости могут устанавливаться резиновые, пластмассовые, полиуретановые колеса. В коляске предусмотрена возможность изменения положения подшипников задних колес относительно рамы коляски с изменением ее габаритов по ширине. Общий вид этой коляски показан на рис. 66.

MEYRA также выпускает несколько вариантов специальных кресел-колясок для большого тенниса под названием TENNIS-PROFI (рис. 67). Этой модели присущи все выше отмеченные качества, свойственные спортивным коляскам.

Фирмой помимо колясок для спортивных игр разработана гоночная коляска типа «марафон», получившая название JOGGER и предназначенная для участия в трековых, уличных и других видах гонок. Конструктивной особенностью этой модели является возможность изменения ее габаритов в соответствии с размерами тела гонщика, причем без изменения веса самой коляски. Благодаря телескопической конструкции различных частей рамы, можно изменять общую длину моде-

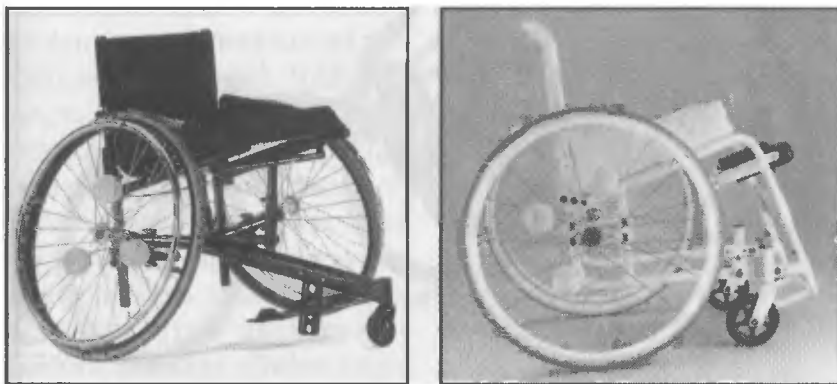


Рис. 67. Теннисные коляски MEYRA TENNIS-PROFI

ли, ширину, высоту и наклон сиденья. Помимо этого выпускается классический вариант гоночной коляски с цельной металлической рамой прямоугольного сечения, которая показана на рис. 68.

Известной немецкой фирмой ОТТО-ВОСК помимо протезной техники и средств реабилитации выпускаются также различные конструкции кресел-колясок, в том числе и для спортивной деятельности. Активный образ жизни, занятия спортом специалистами фирмы воспринимаются как естественные потребности человека и должны реализоваться без каких-либо ограничений. Для активных пациентов, инвалидов-спортсменов выпускается несколько вариантов колясок. Одной из таких моделей является «Switch». Она предназначена для спортивных игр, например бадминтон, для активного отдыха, может использоваться инвалидами в повседневной жизни. Эта коляска весьма удобна в эксплуатации, компактна, легко разбирается и уместается в багажнике легкового автомобиля. Коляска «Switch» разрабатывалась специально как простая и удобная для транспортировки конструкция, одновременно легкая и

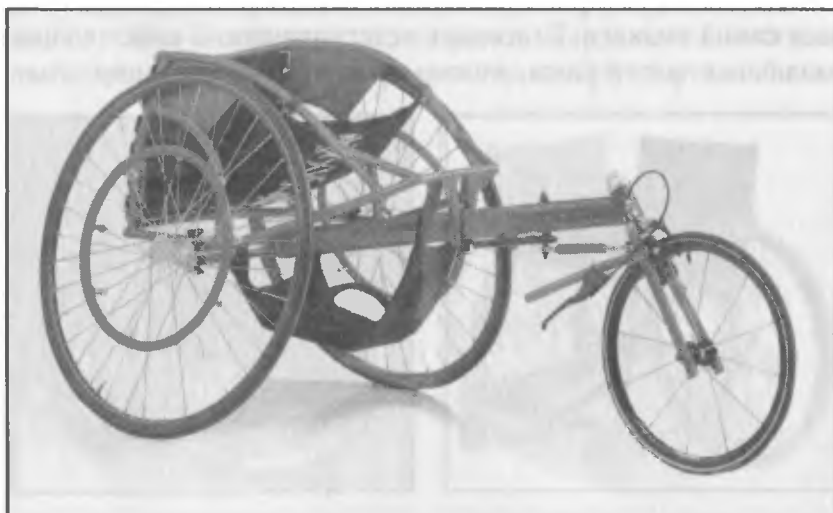


Рис. 68. Гоночная коляска MEYRA

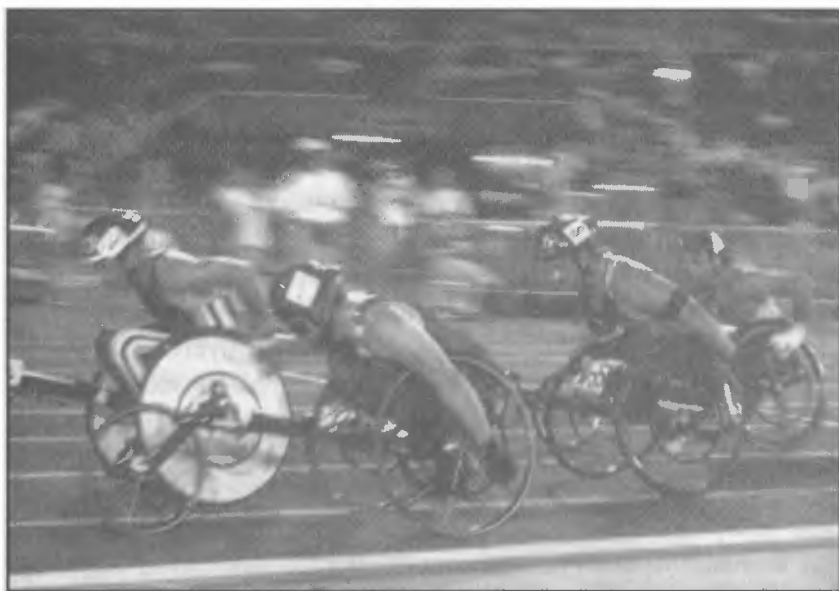


Рис. 69. Гонки на колясках. Паралимпийские игры в Атланте, 1996 год

маневренная. Ее вес составляет 9,8 кг. Внешний вид коляски представлен на рис. 70. Она имеет жесткую прочную раму. Задние колеса могут перемещаться в горизонтальной плоскости, что очень удобно для регулировки и выбора оптимального положения общего центра массы (он может смещаться на расстояние до 120 мм). Популярность коляски определяется возможностью широкого варьирования основных параметров, т.е. она может быть адаптирована к индивидуальным особенностям и двигательным возможностям практически любого инвалида. «Switch» признана первоклассной моделью по своим параметрам и эксплу-



Рис. 70. Спортивная коляска Switch фирмы ОТТО-БОСК

атационным характеристикам. В производстве коляски применяются современные технологии. Рама, используемые материалы и цветовая гамма могут варьировать в широких пределах. Размеры коляски в собранном виде, без колес, составляют: длина – 65 см, высота – 35 см, ширина – зависит от размеров сиденья. Высота сиденья над уровнем пола может регулироваться от 46 до 53 см. Угол между сиденьем и спинкой изменяется дискретно (одно деление – 6°) в пределах от 75° до 105° . Угол развала колес также изменяется дискретно от 0 до 15° (одно деление – 3°). Подставка для ног регулируется по высоте и углу наклона. В зависимости от особенностей эксплуатации могут использоваться 2 типа колес с различными шинами.

Другая специальная конструкция кресла-коляски, разработанная и выпускаемая ОТТО-БОСК, получила название Grand Slam и предназначена для игры в теннис. Хорошо известно, что техника игры во многом определяется быстротой передвижения на площадке, надежностью конструкции, устойчивостью, способностью к вращению и т.д. Конструкция коляски в полной мере удовлетворяет этим требованиям, она легка в управлении, не требует значительных усилий и энергозатрат при движении, изменении направления движения, разворотах и т.д. Grand Slam имеет высокую скорость, маневренность, устойчивость даже при критическом угле наклона. Удобное сиденье и



Рис. 71. Теннисная коляска Grand Slam фирмы ОТТО-БОСК

конструкция рамы обеспечивают немедленную реакцию и изменение траектории движения тела без потери энергии и устойчивости. Регулируемая установка колес помогает выбрать оптимальное положение общего центра массы и повысить устойчивость даже на неровных поверхностях. Общий вид этой спортивной коляски показан на рис. 71.

Отметим, что эта конструкция инвалидной коляски может использоваться не только для большого тенниса, но и других спортивных игр, например баскетбола, а также для танцев и т.д.

В конструкции предусмотрены широкие возможности индивидуальной подгонки в зависимости от особенностей инвалида-спортсмена. Так, ширина сиденья может колебаться от 32 до 50 см, его глубина от 34 до 46 см; высота спинки – от 25 до 45 см; высота передней части сиденья относительно уровня пола может колебаться от 44,5 до 54,5 см, а высота задней части – от 37 до 53,5 см. Предусмотрена возможность

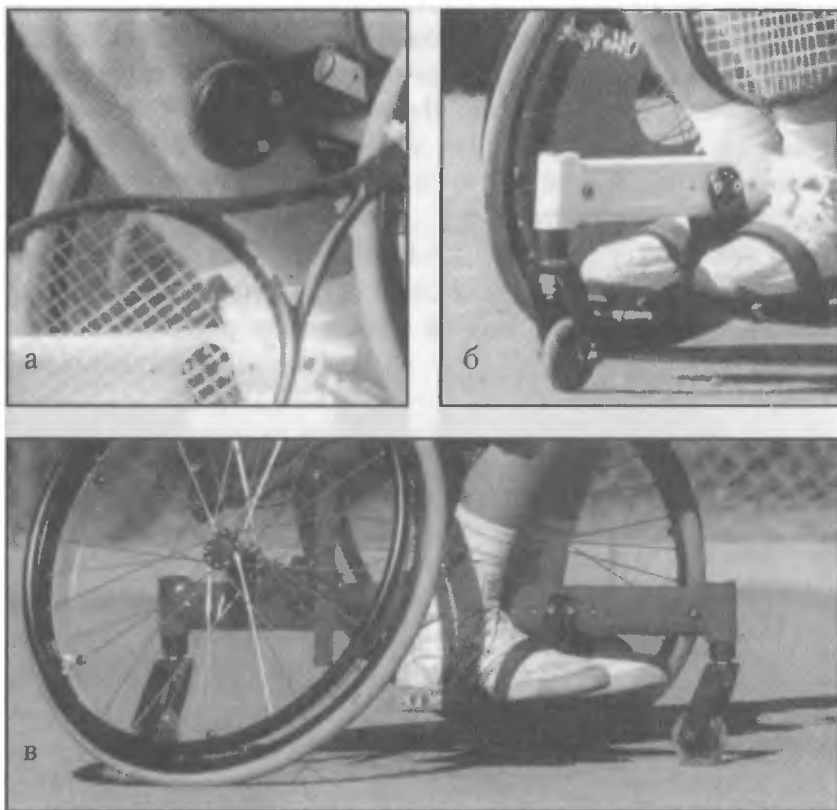


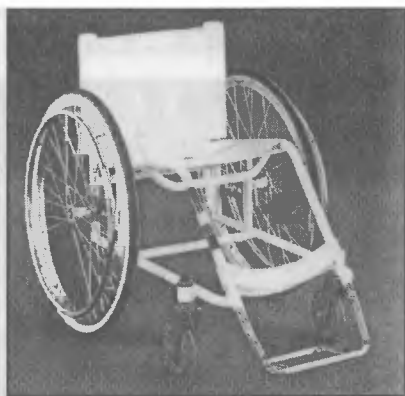
Рис. 72. Элементы фиксации нижних конечностей

индивидуальной регулировки размеров в зависимости от длины голени спортсмена в пределах от 32 до 49 см, при этом голень от смещения при поворотах удерживается специальными фиксаторами округлой формы, которые закреплены на раме (рис. 72а). Стопы размещаются в специальных полужестких креплениях, которые также удерживают нижние конечности от смещения (рис. 72б и 72в). Общая длина коляски составляет от 83 до 93 см. Угол установки (развала) задних колес регулируется дискретно (одно деление 3°) в пределах от 0 до 20° . Конструкция имеет легкую металлическую раму, а регулируемое расположение опорных роликов обеспечивает возможность пользования коляской практически любым инвалидом. Опорные ролики имеют бесступенчатую установку. Существенное внимание фирма уделяет внешнему виду коляски. Используется широкая палитра красок – от светло-зеленого до фиолетового с металлическим оттенком, вместе с этим применяется комбинированная окраска из трех цветов.

Другой немецкой фирмой – ORTOPEDIA разработаны конструкции кресел-колясок для спортивных игр, в частности баскетбола и тенниса. Эти модели показаны на рис. 73, 74.



*Рис. 73. Спортивная коляска фирмы ORTOPEDIA для баскетбола
SPORTOPEDIA TEAM*



*Рис. 74. Коляска фирмы ORTOPEDIA для тенниса
SPORTOPEDIA MASTER*

Коляска для игры в баскетбол выполнена из легких стальных трубок, прочная, очень мобильная. Имеется возможность изменения угла наклона задних колес, используются колеса размером 24 или 26 дюймов. Передние колеса пластмассовые. Коляска имеет дополнительные приспособления, откидную опору для ног.

Коляска для игры в теннис изготовлена из хромомолибденовых трубок, имеет очень прочное, практически не стираемое, лакокрасочное покрытие. Подставка для ног – стальная, имеется возможность регулировки по высоте в зависимости от роста спортсмена.

Еще одна немецкая фирма INVACARE, специализирующаяся на производстве кресел-колясок, предлагает несколько спортивных моделей, в частности ACTION PRO-T и ACTION SUPER PRO-T. Размеры колясок, высота спинки сиденья и некоторые другие параметры варьируются в зависимости от индивидуальных потребностей инвалидов. Например, ширина сиденья коляски ACTION PRO-T может изменяться в пределах от 36 до 51 см, глубина – от 38 до 46 см, высота сиденья от 49 до 52 см; высота спинки от 20 до 51 см. Диаметр задних колес 22, 24 и 26 дюймов, передних колес 5 и 6 дюймов. Ширина коляски может изменяться в пределах от 56 до 71 см. Длина коляски 96 см. ACTION SUPER PRO-T имеет примерно такие же характеристики.

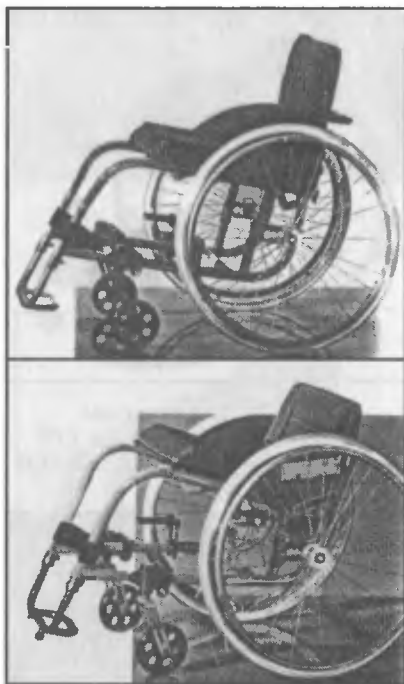


Рис. 75. Коляска ACTION PRO-T и ACTION SUPER PRO-T производства фирмы INVACARE

Вес первой коляски составляет 10,5 кг; вес коляски ACTION SUPER PRO-T несколько меньше – 9,8 кг; обе коляски выдерживают нагрузку до 125 кг. Внешний вид колясок представлен на рис. 75.

Наравне с европейскими фирмами разработкой и производством спортивной техники для инвалидов занимаются различные фирмы азиатского континента. Среди азиатских фирм, специализирующихся на производстве сверхлегких колясок, можно отметить SANCTION INDUSTRY Co LTD, расположенную на Тайване. Эта фирма была организована сравнительно недавно, в 1988 году, и уже в 1989 году ею было получено 11 патентов на кресла-коляски. За годы существования фирмой накоплен большой опыт в конструировании и произ-

водстве спортивных кресел-колясок-гоночных, для настольного и большого тенниса, волейбола. Для их изготовления используются алюминиевые сплавы, отличающиеся легкостью и прочностью. Продукция фирмы пользуется значительным спросом. Высокий технологический уровень производства, качество изделий были отмечены специальным призом «Golden Brain» в 1995 году. На рисунках 76, 77, 78 показаны образцы колясок, выпускаемые фирмой. Все модели отличаются легкостью, маневренностью, устойчивостью, прочностью при столкновениях.



Рис. 76. Кресло-коляска
SANCTION INDUSTRY Co LTD
для игры в теннис, модель MF-4100



Рис. 77. Гоночная коляска
SANCTION INDUSTRY Co LTD

Следует отметить, что фирма в течение 1991–1996 гг.

поставляла свою продукцию различным спортивным командам для участия в соревнованиях и тренировок.

Другой тайваньской фирмой – TAIWAN ARMADA ENTERPRISE Co LTD – разработана коляска для спортивных игр, получившая название SUPER SPORT A 1000, которая показана на рис. 79.

Фирма KARMA MEDICAL PRODUCTS Co LTD была основана в 1987 году и к настоящему времени стала ведущей на Тайване по производству кресел-колясок с электроприводом и без него и других средств передвижения. Фирма производит примерно 4 тыс. колясок в месяц, которые экспортируются преимущественно в страны Европы и Японию. К ручным коляскам относятся спортивные, транспортные, для детей и взрослых и т.д. Фирма добилась высокого уровня производства и качества выпускаемых изделий, и как результат – продукция фирмы официально признана в странах Европы, в Америке и Австралии. Смена названия «KARMA» на «EU KARMA» явилась важным этапом развития, доказывающим лидерство фирмы и полное удовлетворение запросов клиентов. Приставка «EU» обозначает не только высшую степень отличия, но и постоянное стремление к улучшению качества продукции.



*Рис. 78. Спортивная коляска
SANCTION INDUSTRY Co LTD
для спортивных игр*



*Рис. 79. Спортивная коляска фирмы
TAIWAN ARMADA ENTERPRISE
Co LTD SUPER SPORT A 1000*

На рис. 80 показана одна из моделей коляски для тенниса KM-TN-01, выпускаемая этой фирмой.

Еще одна тайваньская фирма ROBERT YONG Co LTD, обладающая меньшим производственным потенциалом по сравнению с вышеописанной фирмой, также специализируется на производстве инвалидной техники – различных моделей колясок по трем направлениям «TRADITIONAL», «DELUXE» и «ELECTRICAL/SCOOTER», а также разнообразных средств опоры и передвижения. В серии колясок «DELUXE» фирма предлагает сверхлегкую алюминиевую спортивную модель RY-2001. Эта коляска показана на рис. 81. Коляска сконструирована в классическом варианте, мобильная и предназначена активным пациентам для участия в спортивных играх.

Среди отечественных фирм, занимающихся производством спортивных колясок, можно отметить Санкт-Петербургскую «ЛЮКОР». Эта фирма предлагает несколько различных моделей, предназначенных для спортивных игр, в частности в баскетбол, для большого тенниса, а также гоночную коляску. Помимо колясок выпускается легкоатлетическое приспособление для метаний и тренажер для гоночной коляски. Гоночная коляска предназначена для трековых гонок, марафонов, многодневных пробегов. Ее масса составляет всего 7,5 кг.



Рис. 80. Коляска для игры в теннис KM-TN-01 фирмы EU KARMA MEDICAL PRPDUCTS Co LTD



Рис. 81. Спортивная коляска RY-2001 фирмы ROBERT YONG Co LTD

Снижение массы получено за счет применения титана и алюминия и композитных материалов при изготовлении колес. Конструктивные особенности коляски – тормоз, велокомпьютер, компенсатор для управления коляской в трековых гонках. Гамак обеспечивает удобное положение спортсмена, что имеет существенное значение для достижения высоких спортивных результатов.

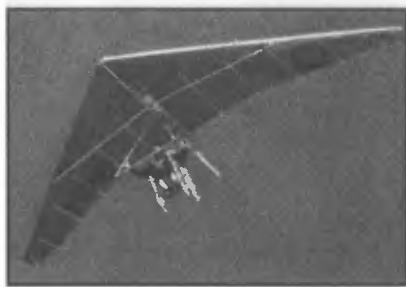


Рис. 82. Полет на дельтаплане конструкции POIRIER

Таким образом, в создании и производстве спортивных колясок можно четко выделить несколько основных направлений, которые определяют конструктивные особенности практически всех моделей: это легкость и прочность коляски, что достигается применением алюминиевых сплавов и других материалов, высокая мобильность, легкость и простота управления, устойчивость, удобство пользования, что в свою очередь определяется практически индивидуальной подгонкой коляски, а также высокий уровень дизайнерской проработки.

В заключение следует отметить, что использование инвалидами спортивных колясок не ограничивается только исключительно соревновательной или тренировочной деятельностью. Весьма широко коляски, особенно предназначенные для игры в волейбол, т.е. легкие, прочные, мобильные конструкции широко используются для активного отдыха, туризма и в других сферах деятельности. В этой связи можно привести несколько примеров.

Так, Poigier предлагает инвалидам занятия дельтапланеризмом. С этой целью разработана конструкция дельтаплана, к которой может крепиться инвалидная коляска. Такая конструкция позволяет инвалиду в положении сидя управлять дельтапланом, совершенствовать свои навыки пилотирования. Полет инвалида, находящегося в коляске, на дельтаплане показан на рис. 82.



Рис. 83. Фрагмент соревнований

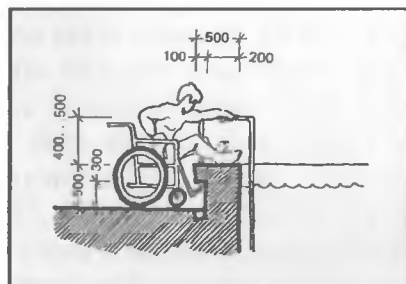
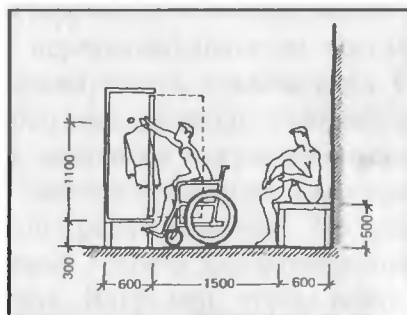
Несомненно, возможность активного отдыха, участия в различных мероприятиях рекреационного характера, участия в спортивных играх является весьма важным и практически незаменимым средством двигательной и социальной реабилитации, самоутверждения в обществе, что в целом имеет огромное психологическое значение.

Другим ярким примером могут служить спортивные танцы на колясках, завоевавшие признание инвалидов во

многих странах мира. По всей эмоциональности, технике движений, виртуозности исполнения, танцы на колясках во многом опережают некоторые виды спорта, доступные инвалидам с поражением опорно-двигательной системы (рис. 83).

Таким образом, приведенные данные о конструкциях спортивных колясок, их эксплуатационных особенностях, возможностях применения дают достаточно полное представление о современных тенденциях в сфере производства инвалидной техники. Широкий выбор конструкций, удобство и простота управления открывают инвалидам с поражением позвоночника самые широкие возможности для занятий спортом, активного отдыха, полноценной жизни, максимально возможной реадaptации в современном обществе.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОБОРУДОВАНИЕ СПОРТИВНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ



Проблема комплексной реабилитации инвалидов с поражением опорно-двигательной системы сложна и многогранна. Одним из направлений реабилитационного процесса является создание оптимальных условий для проживания инвалидов, а также посещения и пользования спортивными залами, плавательными бассейнами, стадионами и другими сооружениями.

В 1990 году вышла в свет книга Х.Ю. Кальмета «Жилая среда для инвалидов», в которой уделено внимание рациональному проектированию и оборудованию жилых помещений для инвалидов, передвигающихся на кресле-коляске, в частности ванной комнаты, кухни, туалета и т.д. Отмечалось, что основная часть бытовых функций человека реализуется в жилище. Для многих инвалидов с ограниченными возможностями передвижения, самообслуживания квартира зачастую становится единственной средой обитания. Но даже в квартире инвалид не всегда имеет условия для нормальной жизни, отдыха, самообслуживания. Например, чтобы войти в комнату или выйти из нее, нужно открыть дверь, преодолеть порог, включить свет и т.д. В целом квартира, где проживает инвалид, требует тщательно продуманной организации всех без исключения помещений, мебели, бытовой техники. Только в таком случае инвалид не будет чувствовать себя беспомощным, появится уверенность в своих силах и возможностях.

Один из разделов книги Х.Ю. Кальмета полностью посвящен вопросам проектирования, строительства и оборудования спортивных зданий и сооружений, в частности стадионов, спортивных залов, плавательных бассейнов, игровых площадок с целью облегчения доступа к ним инвалидов, пользующихся креслом-коляской для передвижения, а также слепых и

глухих. Приведены основные размеры, планировочные решения, основное оборудование и оснащение, облегчающее передвижение инвалидов, пользование основными и вспомогательными помещениями.

Ниже приводится полностью раздел из книги «Жилая среда для инвалидов», посвященный данному вопросу.

На некоторых схемах и рисунках показаны особенности проектирования и оборудования помещений и сооружений для слепых и слабовидящих (эти рисунки отмечены соответствующим знаком –  и ).

Помимо этого следует отметить, что при проектировании спортивных сооружений в соответствии с ВСН 62-91 гл. 3, гл. 4 (изм. №2) предусматриваются места на трибунах для зрителей-инвалидов из расчета 1 место на каждые 300 мест, но не менее 4 мест в одном здании при общей вместимости до 1000 человек, а при большей вместимости – 20 мест плюс 1% на каждые 100 мест сверх 1000 человек. В зрительных залах не рекомендуется располагать места для инвалидов в колясках группами численностью более трех в одном ряду.

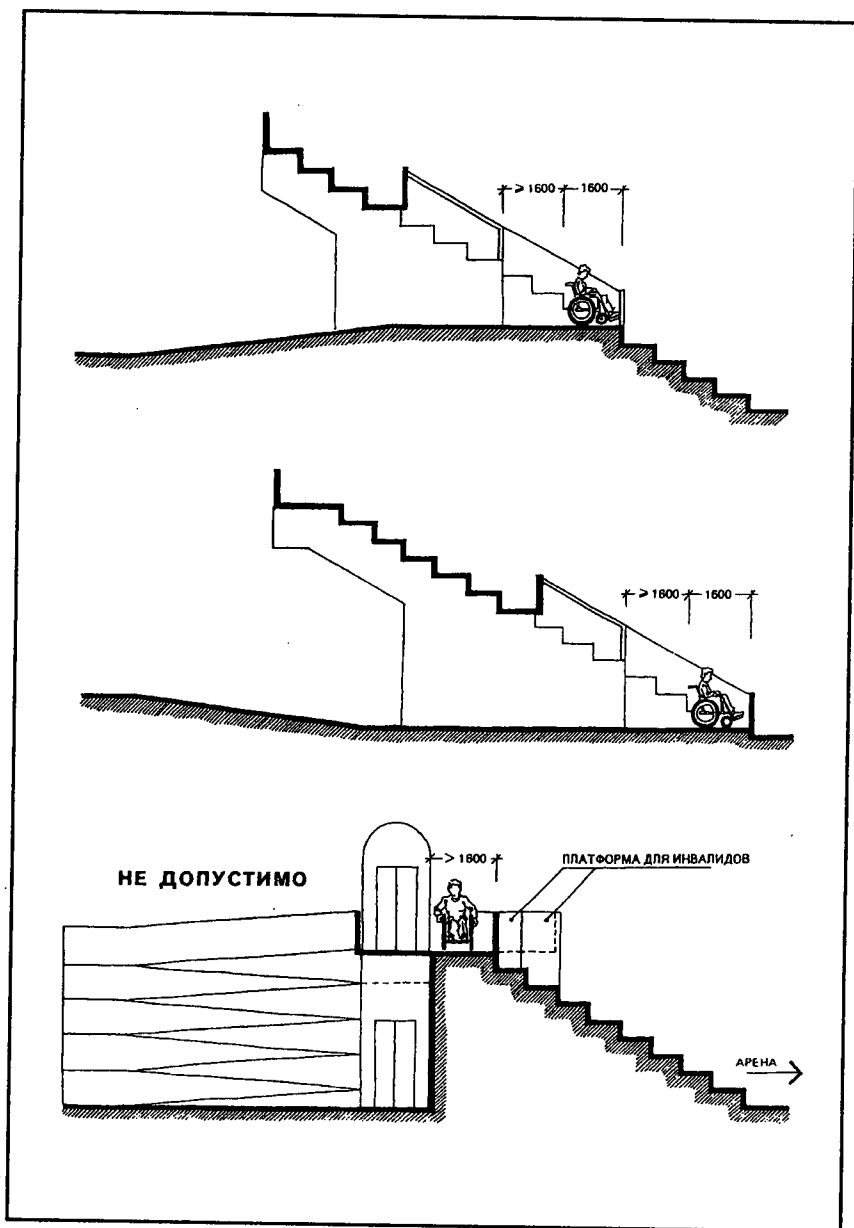


Рис. 84. Стадионы. Места для зрителей

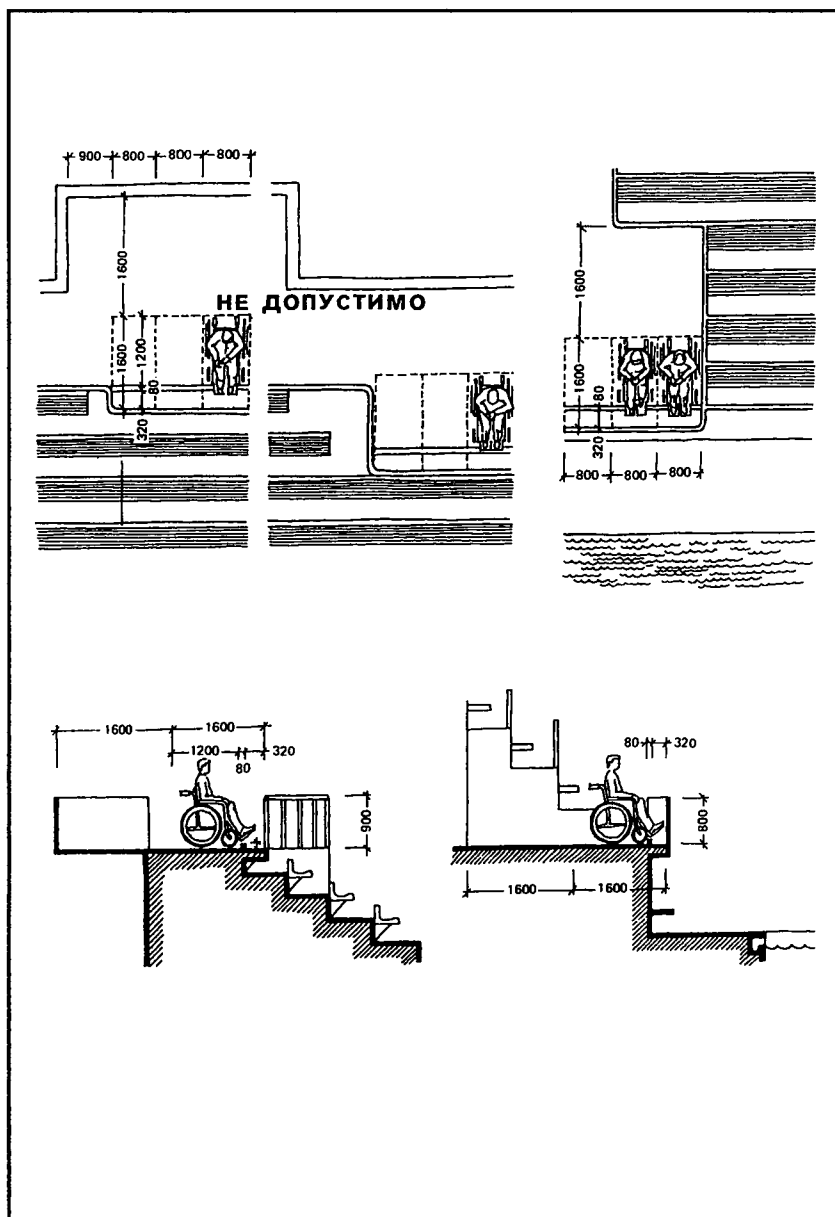


Рис. 85. Стадионы. Места для зрителей (продолжение)

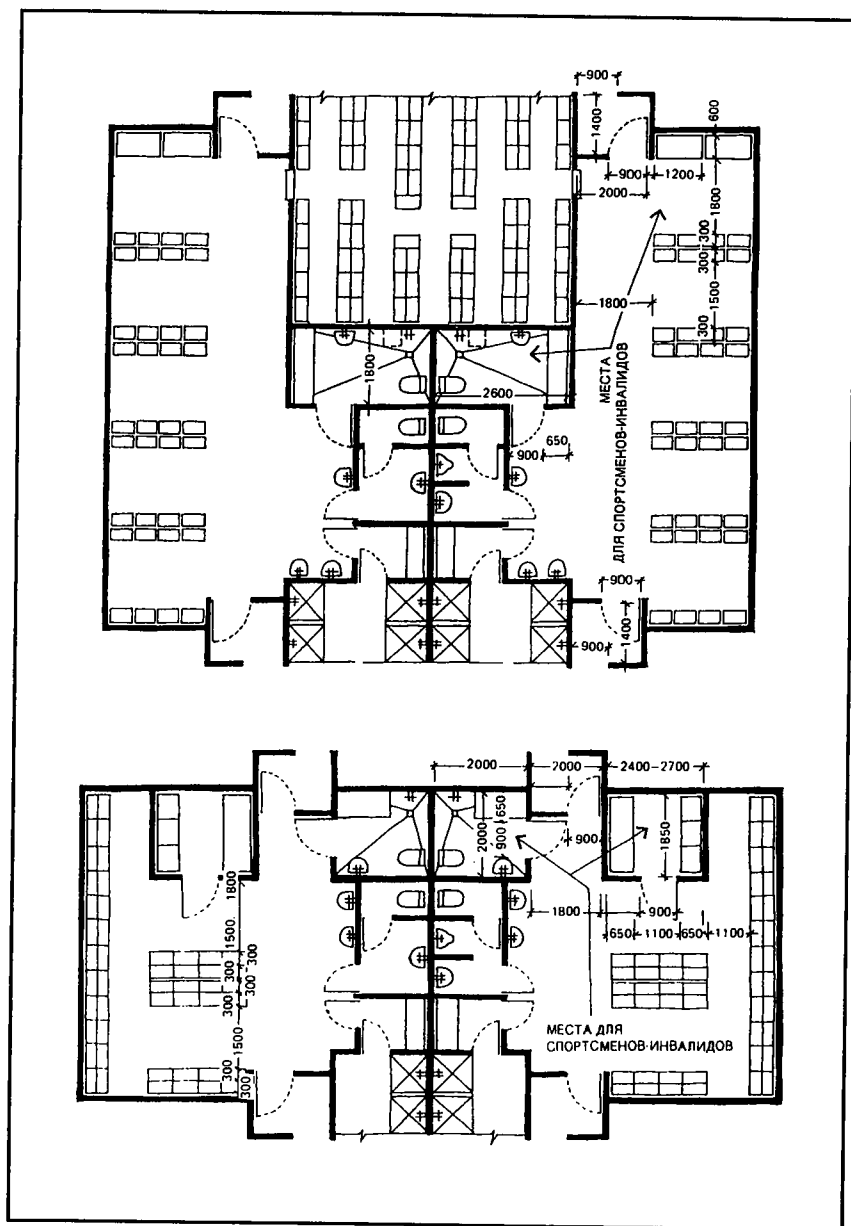


Рис. 86. Гардеробные для спортсменов

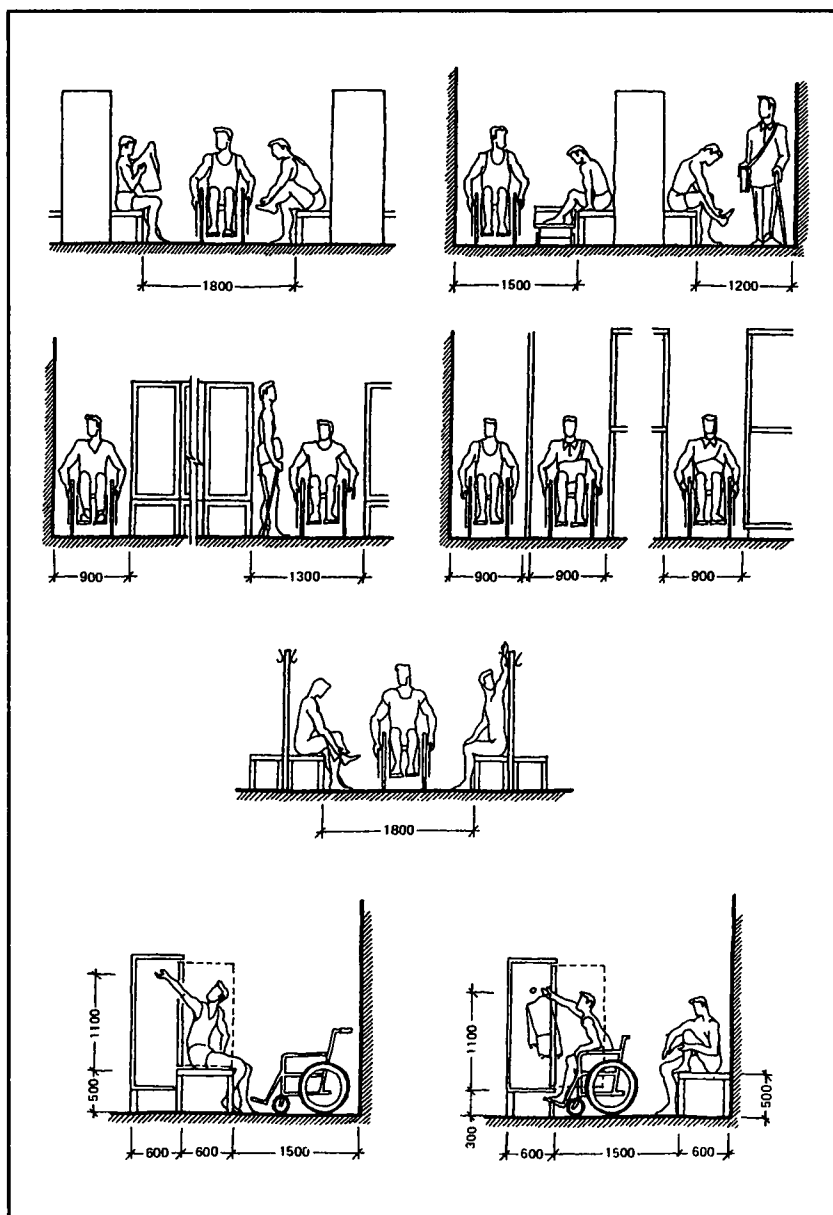


Рис. 87. Гардеробные для спортсменов (продолжение)

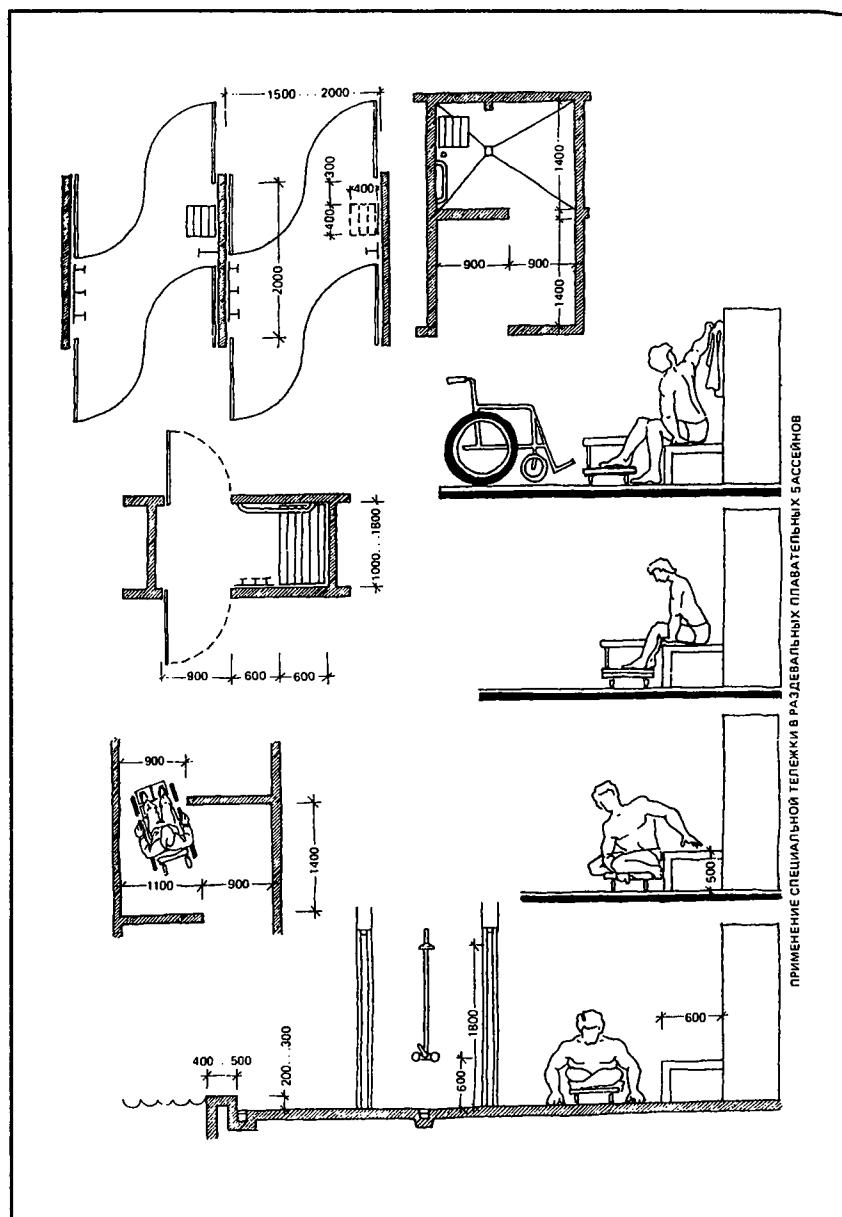


Рис. 88. Гардеробные для спортсменов (продолжение)

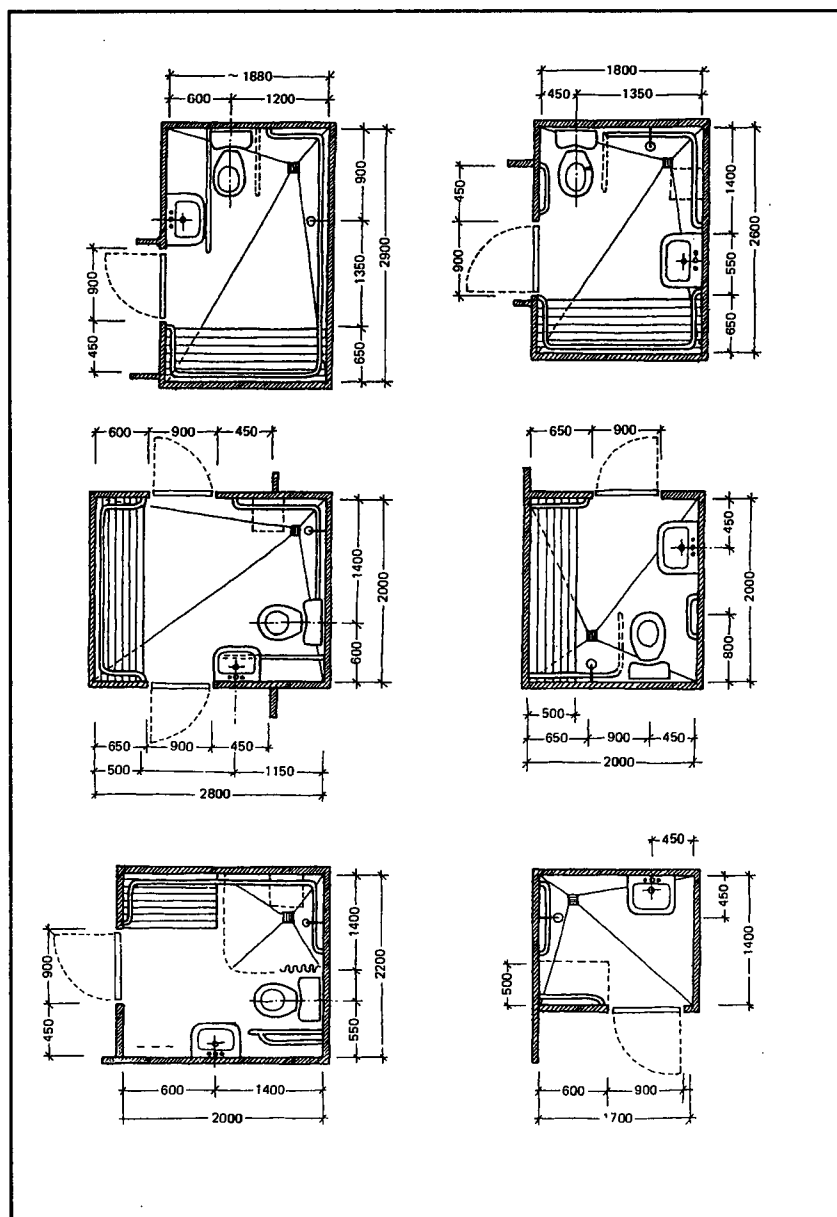


Рис. 89. Гардеробные для спортсменов. Душевые

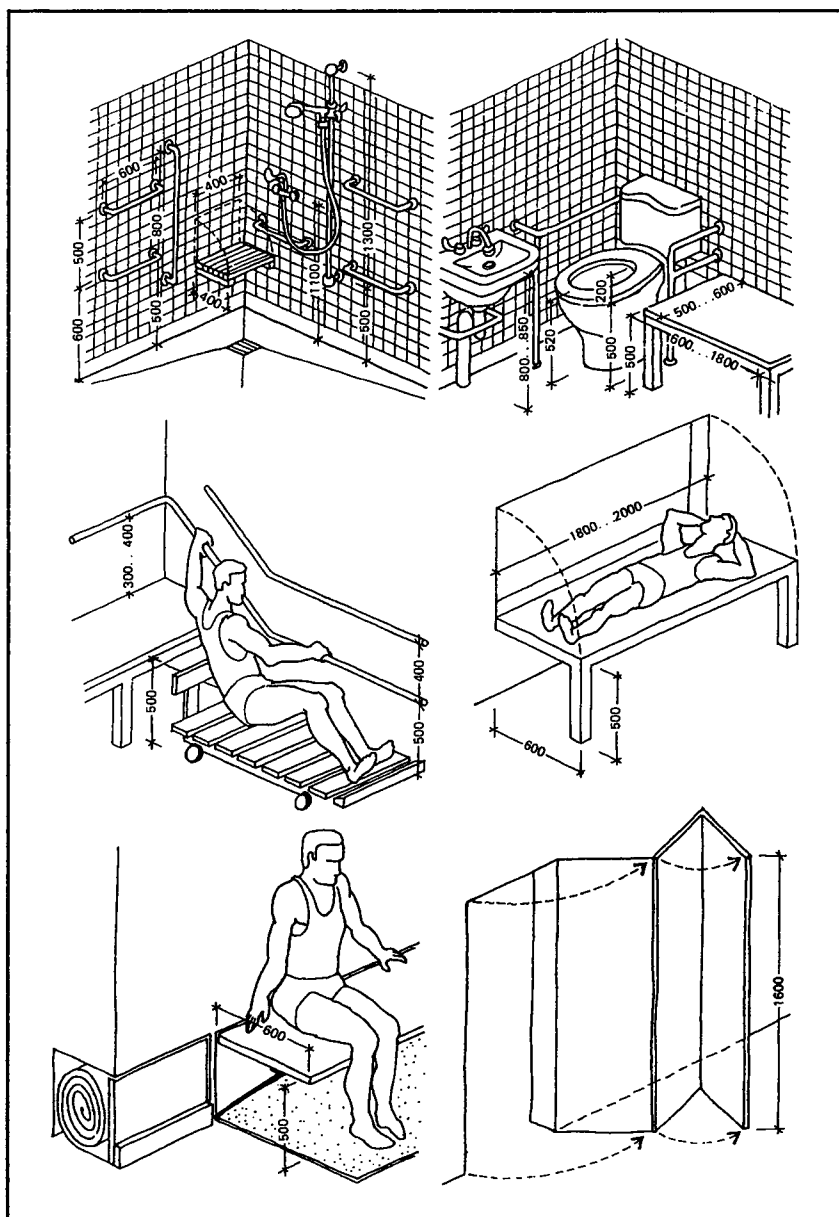


Рис. 90. Оборудование санитарно-гигиенических помещений

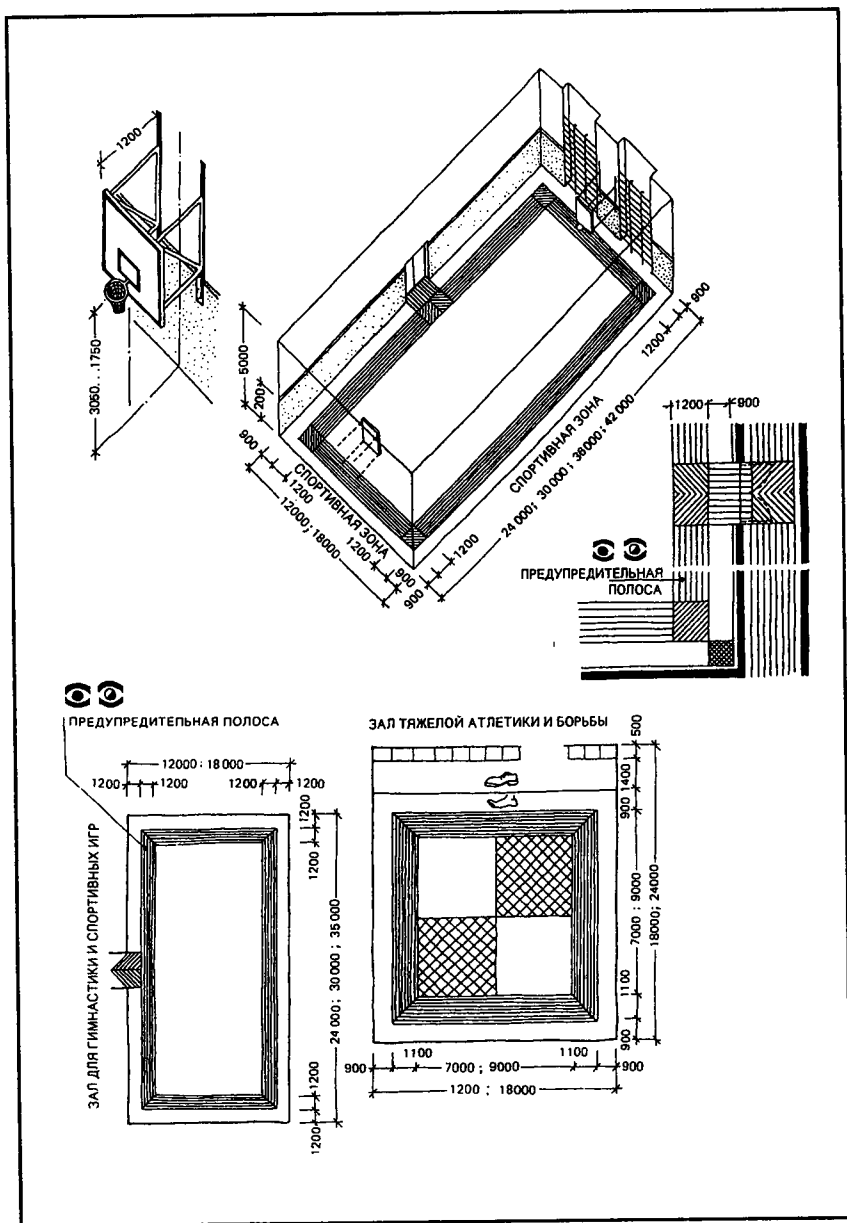


Рис. 91. Спортивный зал. Основные габариты

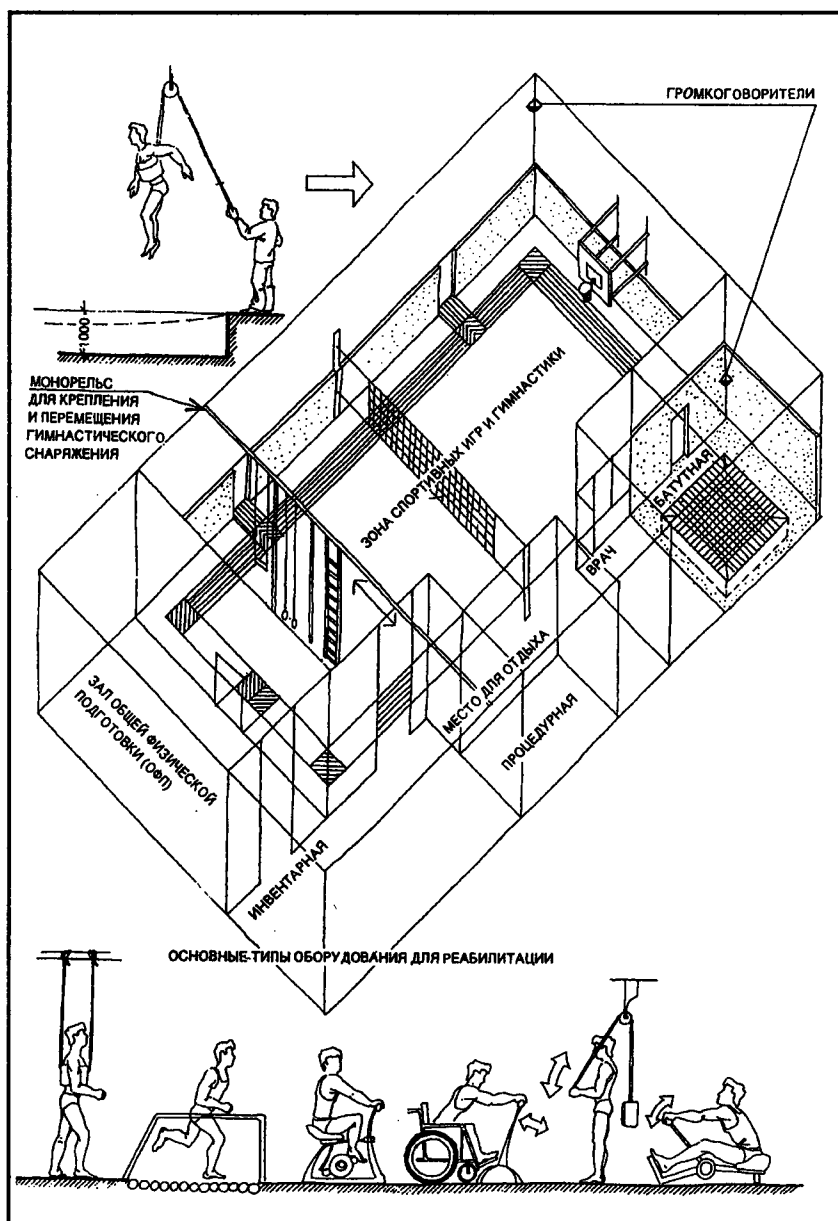


Рис. 92. Спортивный зал. Основные габариты (продолжение)

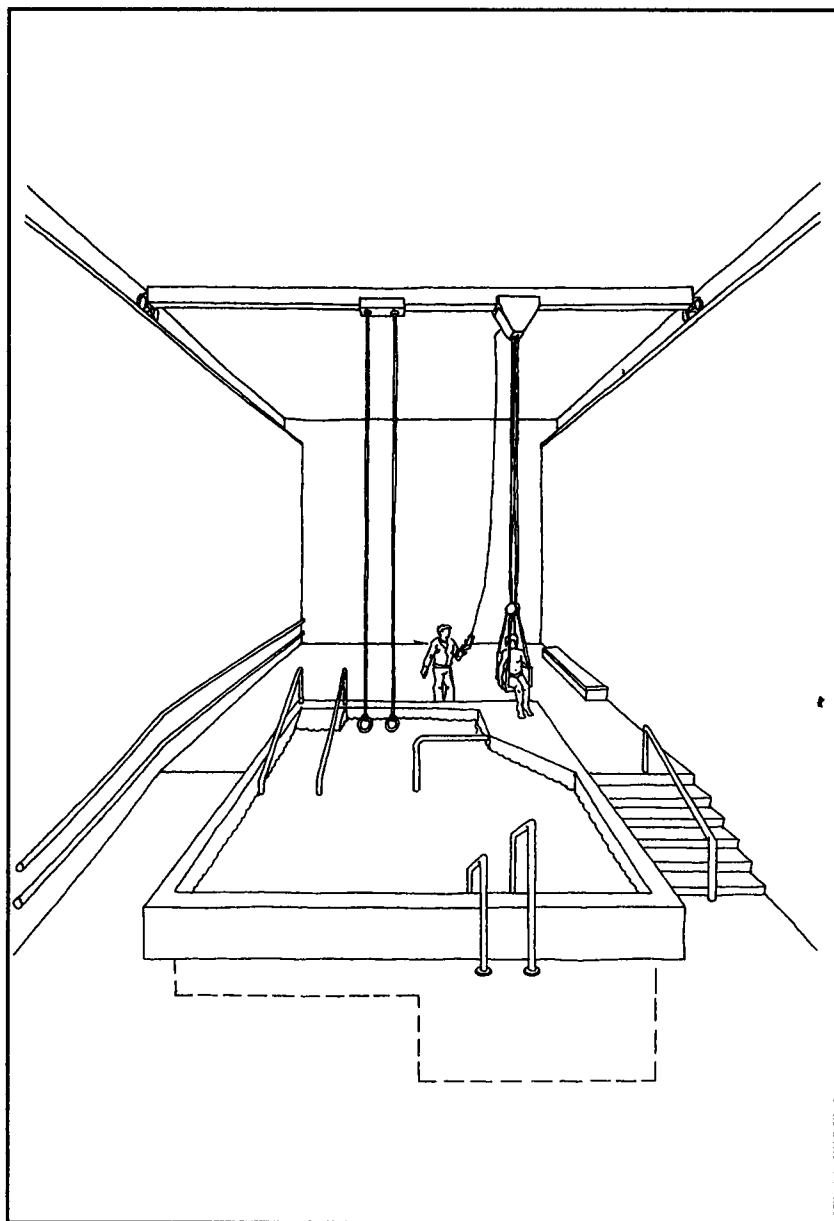


Рис. 93. Плавательный бассейн. Общий вид

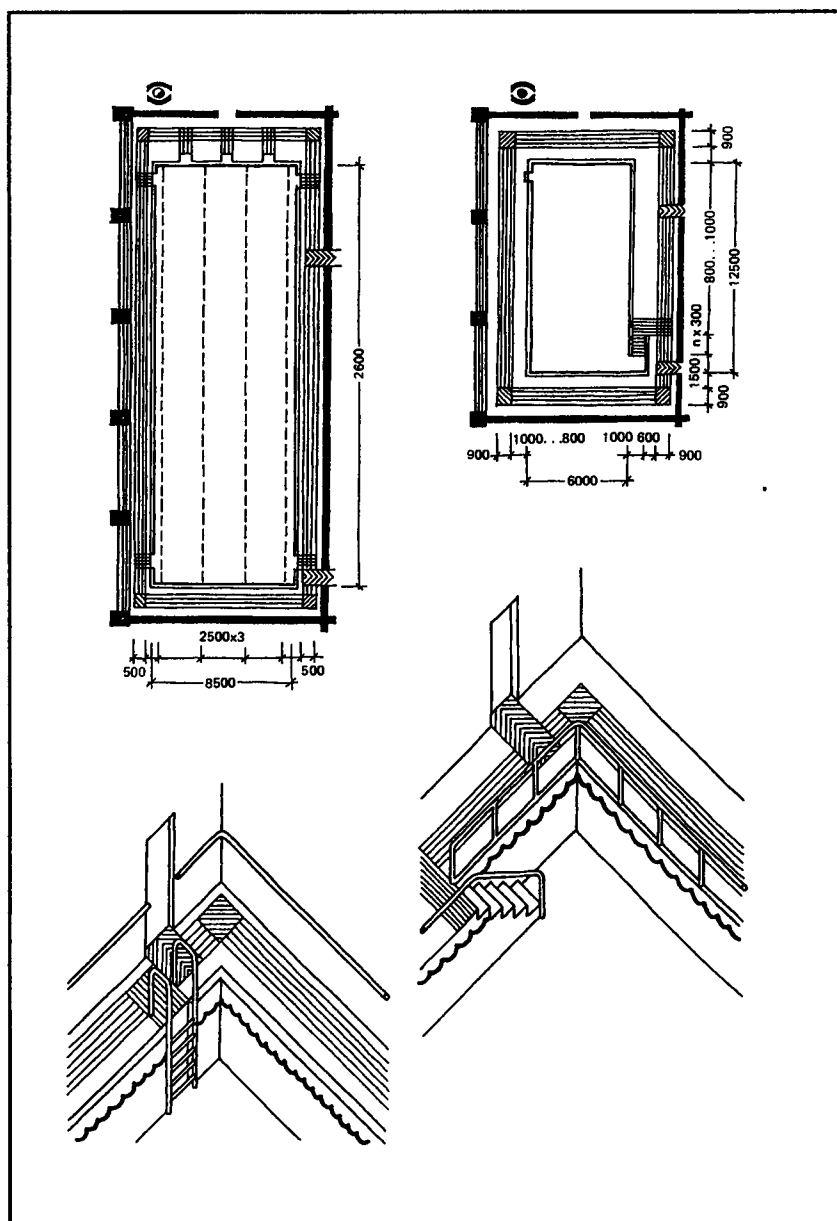


Рис. 94. Плавательный бассейн

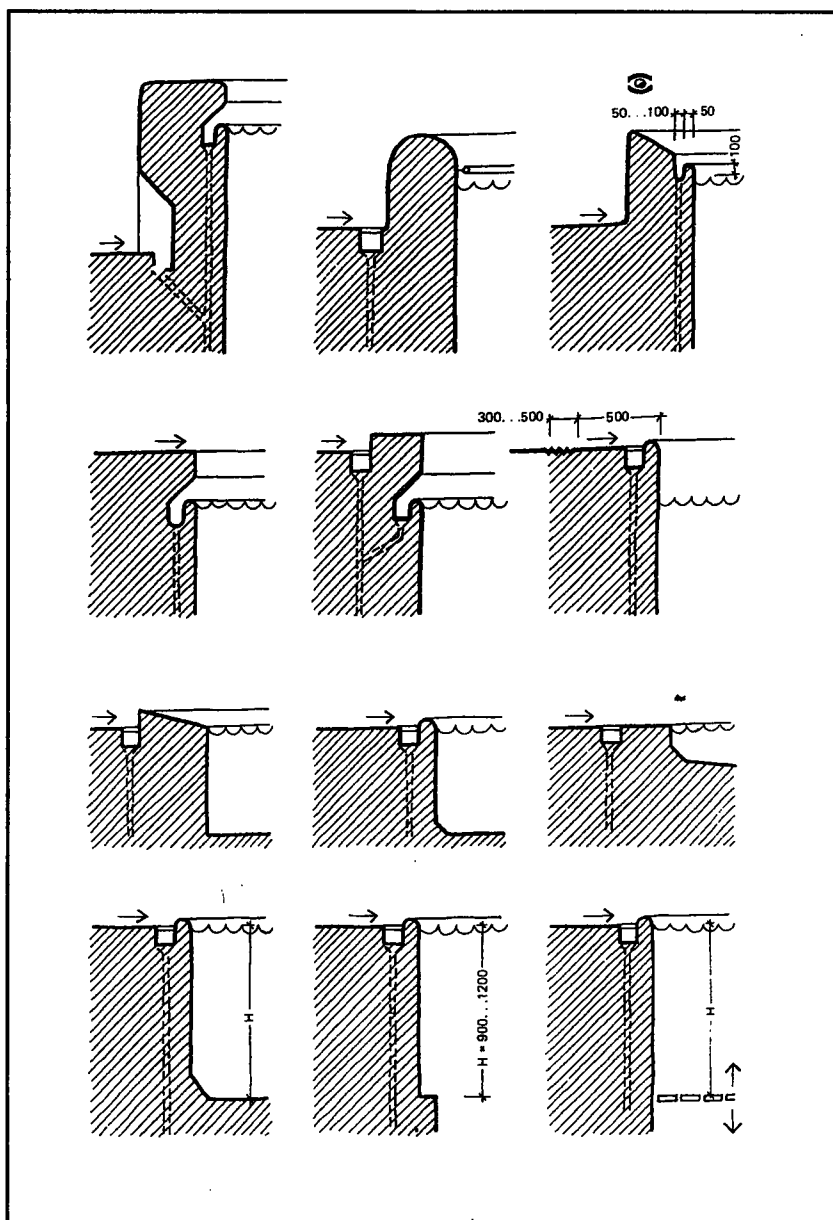


Рис. 95. Плавательный бассейн. Устройство бортов

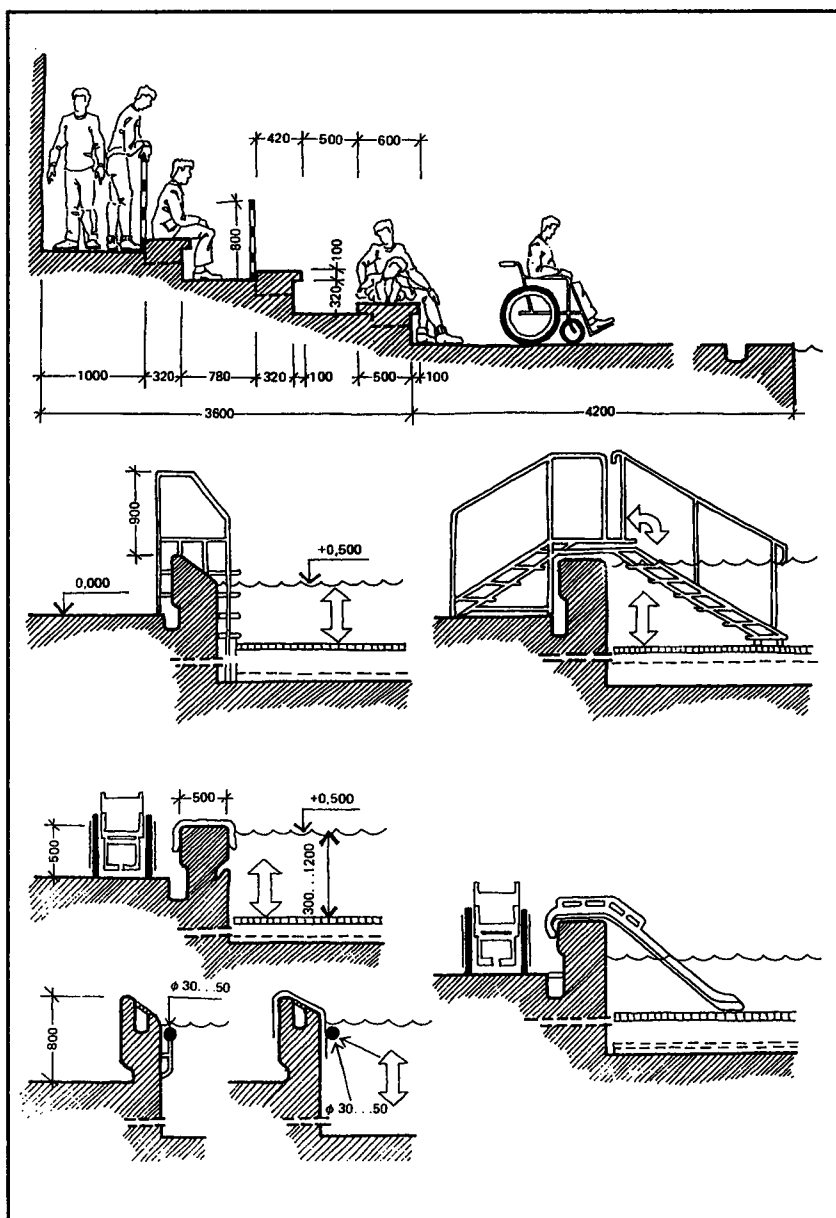


Рис. 96. Плавательный бассейн. Подходы и места для зрителей

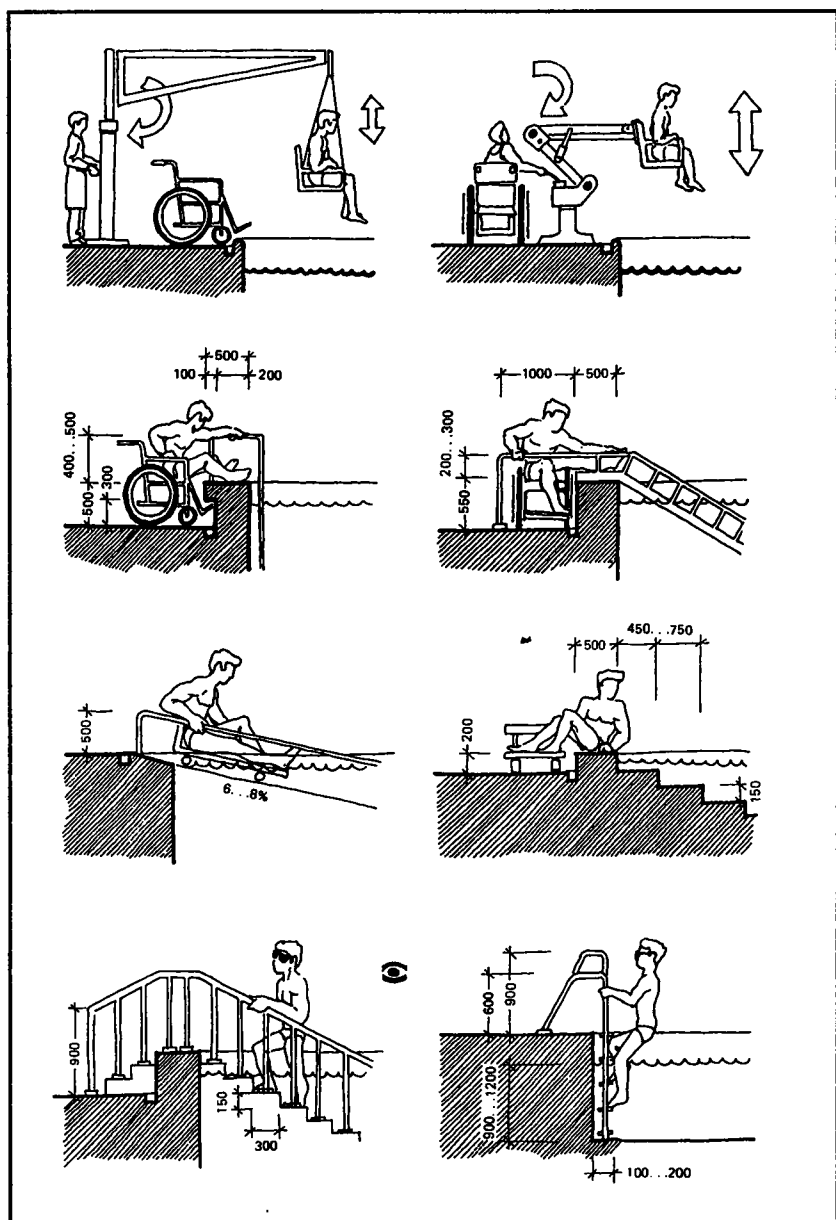


Рис. 97. Плавательный бассейн. Оборудование

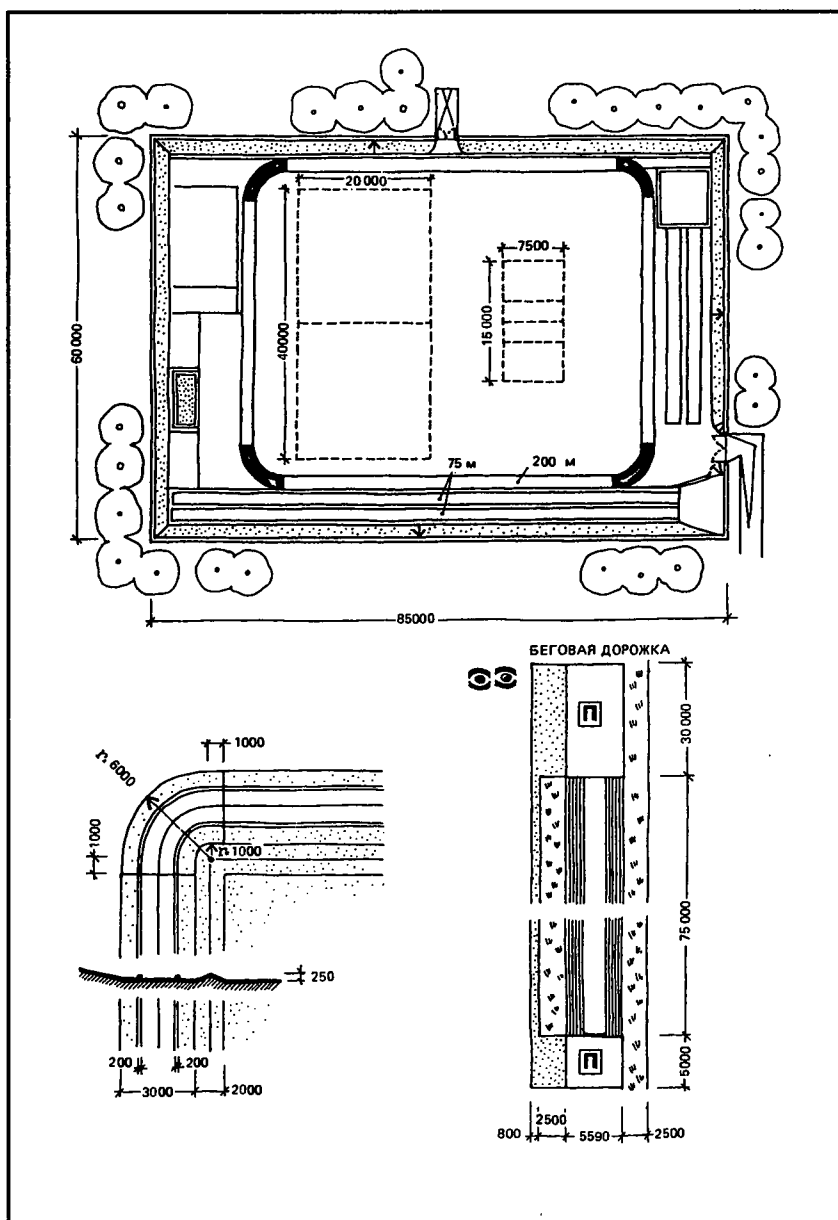


Рис. 98. Стадион. Основные габариты и зоны занятий

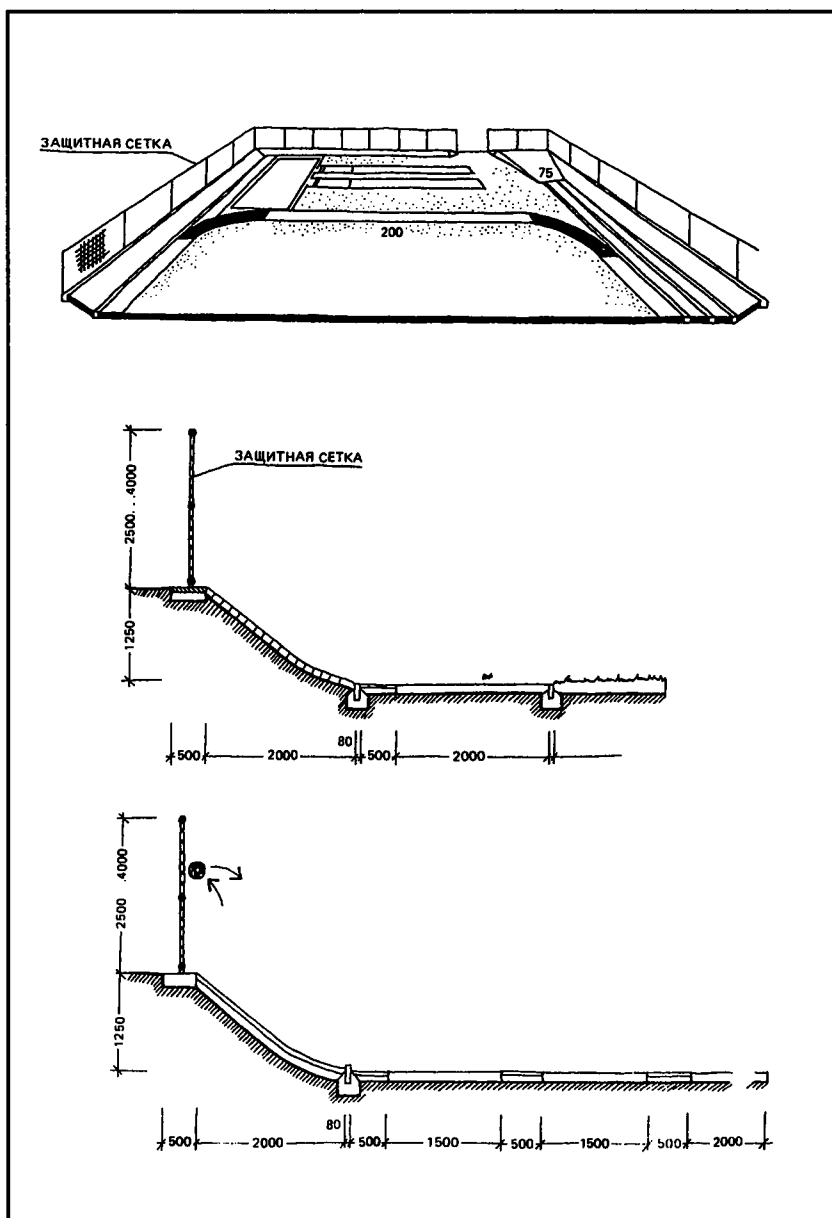


Рис. 99. Стадион. Беговые дорожки

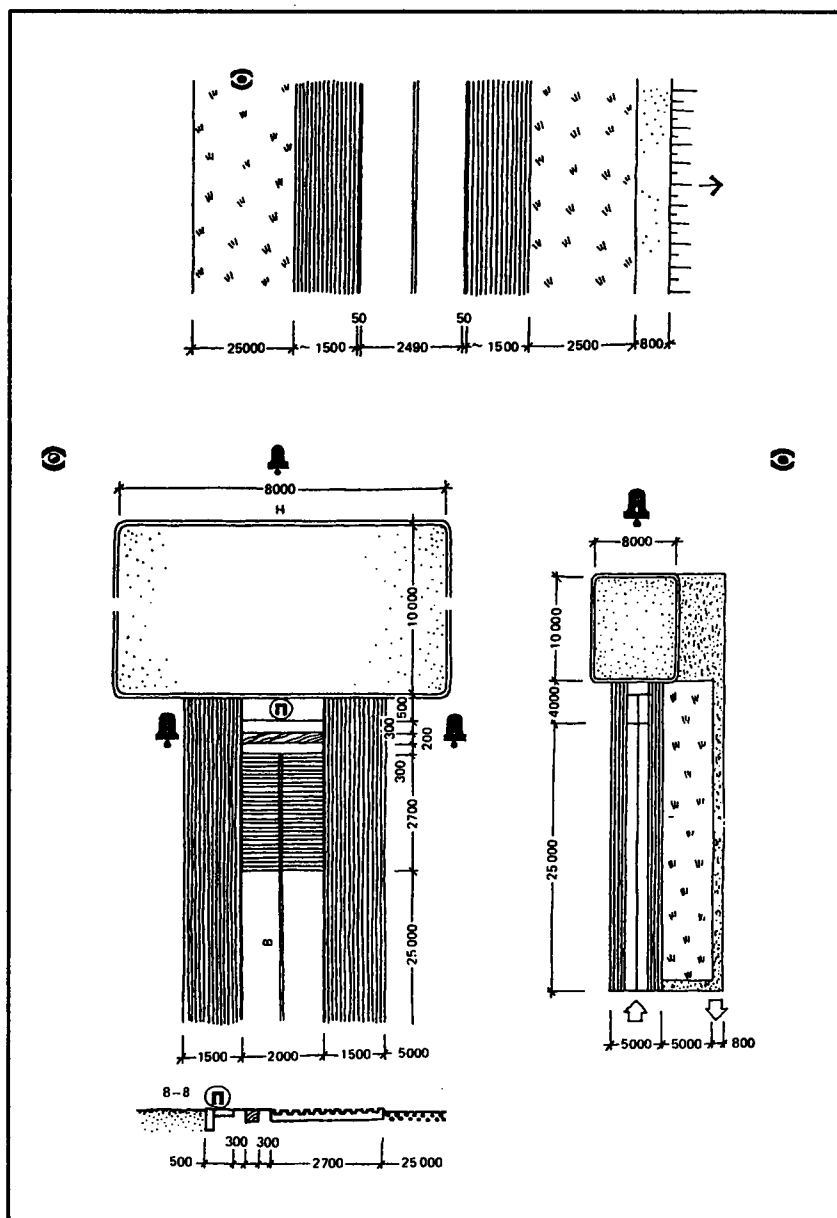


Рис. 100. Стадион. Беговые дорожки (продолжение)

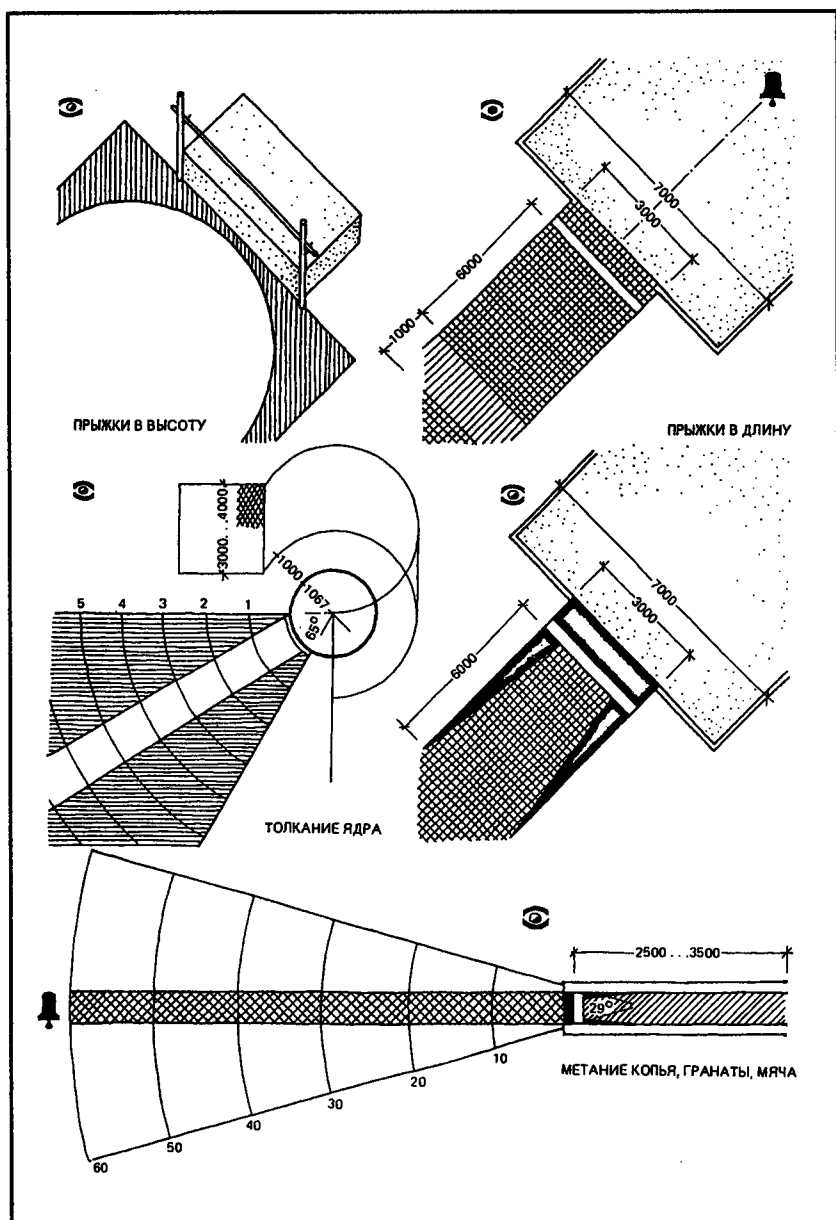


Рис. 101. Стадион. Зоны для спортивных занятий

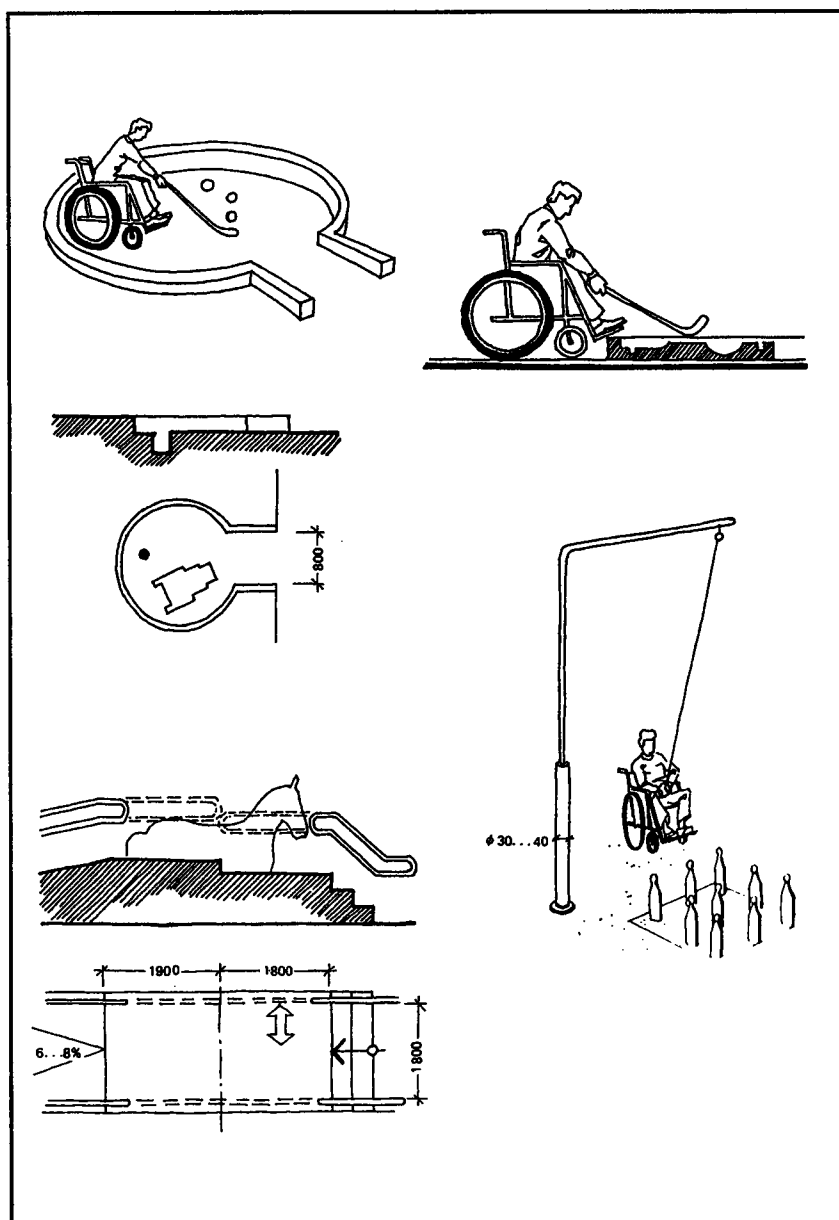


Рис. 102. Игровые площадки

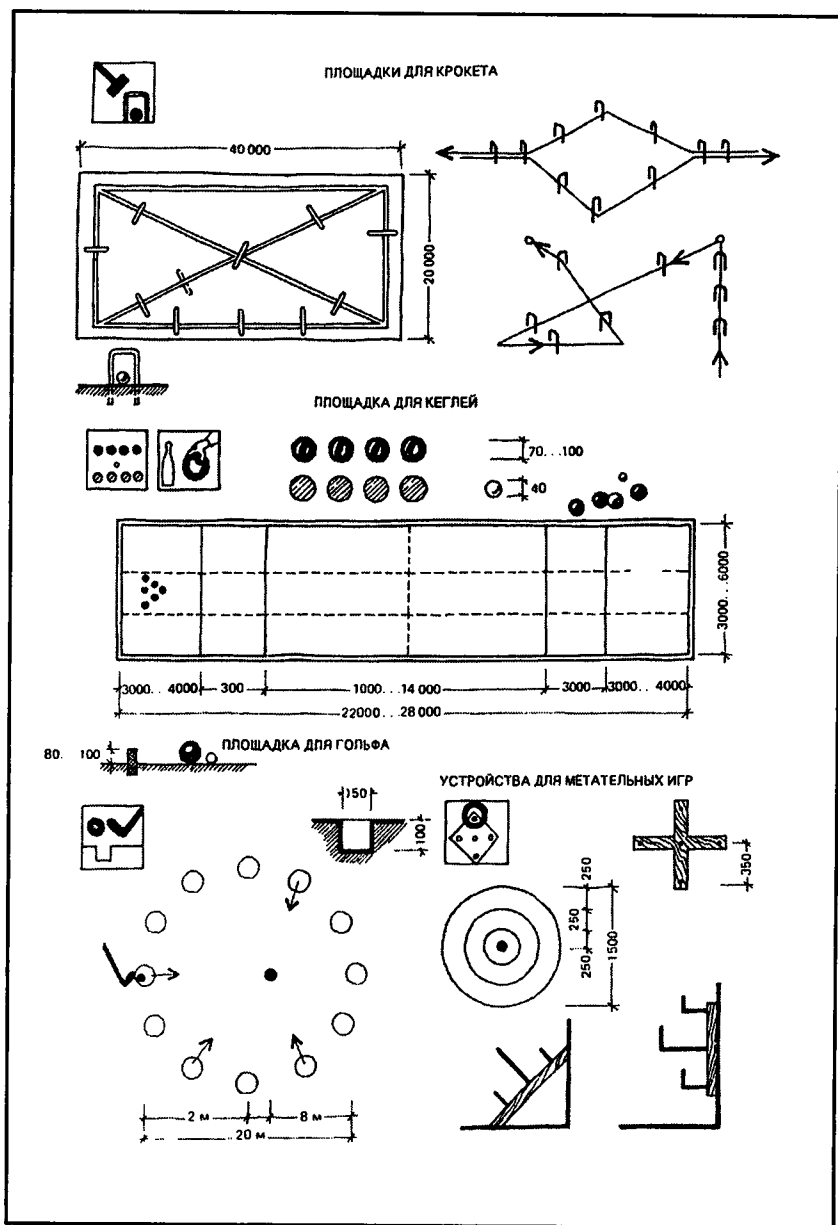


Рис. 103. Игровые площадки (продолжение)

**В 2000 году
в серии «Физическая культура и спорт инвалидов»
издательство «Советский спорт» выпустило следующие книги:**

Физическая реабилитация и спорт инвалидов: нормативные правовые документы, механизмы реализации, практический опыт, рекомендации / Автор-составитель А.В. Царик. — 592 с.

Книга содержит законодательные акты, другие нормативно-правовые документы в области реабилитации и социальной адаптации инвалидов, регламентирующие деятельность реабилитационных, специальных (коррекционных) образовательных учреждений и учреждений дополнительного образования детей, развитие адаптивной физической культуры и спорта среди инвалидов.

Рассказывается о спортивных общественных движениях и объединениях инвалидов в Российской Федерации, приводится опыт работы и рекомендации по развитию физической культуры и спорта среди инвалидов, раскрываются теоретические, методические и исторические аспекты этой деятельности.

Физическая реабилитация детей с нарушениями функций опорно-двигательного аппарата / Под ред. Н.А. Гросс. — 224 с.: илл.

В книге представлена разработанная авторами и апробированная на практике методика реабилитации детей с нарушениями функций опорно-двигательного аппарата средствами физической культуры с использованием оригинальных тренажерных устройств. Приведены данные исследований морфологических особенностей и функционального состояния сердечно-сосудистой системы и их изменений под воздействием физических упражнений. Книга содержит сведения о методиках проведения физиотерапевтических процедур.

Книга рассчитана на врачей, средний медицинский персонал, специалистов ЛФК, педагогов, родителей детей с двигательными нарушениями.

Демирчоглян Г.Г., Демирчоглян А.Г.

Специальная физическая культура для слабовидящих школьников. — 160 с.: илл.

В книге представлены современные подходы к проблеме реабилитации и восстановления зрения у слабовидящих с использованием наиболее эффективных лечебно-оздоровительных методик, а также специальных средств физической культуры, успешно апробированных на практике.

Книга снабжена комплексом специальных оздоровительных упражнений «Ежедневная гимнастика для глаз» в сочетании с общеразвивающими упражнениями, а также комплексом «Зрительная гимнастика» (в рисунках) для укрепления мышечного аппарата глаз детей младшего, среднего и старшего школьного возраста.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, а также на специалистов.



ИЗДАТЕЛЬСТВО

**В 2001 году
в серии «Физическая культура и спорт инвалидов»
издательство «Советский спорт» планирует выпустить книги:**

- **Адаптивная физическая культура. Учебное пособие / Евсеев С.П., Шапкова Л.В.**
- **Комплексная реабилитация и профилактика больных и инвалидов. Учебное пособие / Лисовский В.А., Евсеев С.П., Голофеевский В.Ю., Мироненко А.Н.**
- **Физкультурно-оздоровительные и спортивные сооружения для инвалидов / Аристова Л.В.**
- **Основы тератологии и наследственной патологии / Вихрук Т.И., Лисовский В.А., Сологуб Е.Б.**

Книги можно приобрести в издательстве или по системе «Книга—почтой» наложенным платежом, прислав открытку с указанием интересующих Вас книг, по адресу:

103064, г. Москва, ул. Казакова, 18.

Издательство «Советский спорт».

Телефоны для справок и заказов:

(095) 267-94-35, 267-95-90

Факс (095) 267-94-35

Учебное издание

**Евсеев С.П.,
Курдыбайло С.Ф.,
Суслиев В.Г.**

Материально-техническое обеспечение адаптивной физической культуры

Учебное пособие

Под редакцией С.П. Евсеева

**Корректор *Т.В. Веселова*
Художник *А.Г. Никоноров*
Художественный редактор *С.А. Чернецова*
Компьютерная верстка *П.Б. Богданов***

**Издательская лицензия ЛР № 040935 от 30.12.98 г.
Подписано в печать 25.12.2000 г.
Формат 60х88¹/₁₆. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 9,5. Уч.-изд. л. 7,83. Тираж 5000 экз.
Изд. № 463. С–59. Заказ № 7731.**

**Издательство «Советский спорт»
103064, Москва, ул. Казакова, 18.
Тел. (095) 261-50-32.**

**Отпечатано с готовых диапозитивов
в Производственно-издательском комбинате ВИНТИ
140010, г. Люберцы, Московской обл., Октябрьский пр-т, 403.
Тел. (095) 554-21-86**