

Часть II СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Спортивная физиология *является как учебной, так и научной дисциплиной*. Ее изучение осуществляется во всех высших и средних физкультурных учебных заведениях, на факультетах физического воспитания педагогических вузов, а также на отдельных кафедрах государственных университетов и медицинских вузов. В преподавании предмета, практической деятельности тренеров, физиологов и спортивных врачей используются материалы, полученные при выполнении научно-исследовательских работ, которые проводятся в соответствующих НИИ, лабораториях и на кафедрах.

Раздел I ОБЩАЯ СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Спортивная физиология включает в себя два относительно самостоятельных и вместе с тем связанных между собой раздела. Содержанием первого — *общей спортивной физиологии* — являются физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам и резервные возможности организма, функциональные изменения и состояния организма при спортивной деятельности, а также физическая работоспособность спортсмена и физиологические основы утомления и восстановления в спорте. Второй раздел — *частная спортивная физиология* — включает в себя физиологическую классификацию физических упражнений, механизмы и закономерности формирования и развития двигательных качеств и навыков, спортивную работоспособность в особых условиях внешней среды, физиологические особенности тренировки женщин и детей разного возраста, физиологические основы массовых форм оздоровительной физической культуры.

1. СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ - УЧЕБНАЯ И НАУЧНАЯ ДИСЦИПЛИНА

1.1. СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ, ЕЕ СОДЕРЖАНИЕ И ЗАДАЧИ

Спортивная физиология — *это специальный раздел физиологии человека, изучающий изменения функций организма и их механизмы под влиянием мышечной (спортивной) деятельности и обосновывающий практические мероприятия по повышению ее эффективности*.

Спортивная физиология по своему месту в системе подготовки специалистов по физической культуре и спорту связана с тремя группами учебных и научных дисциплин. Первую группу составляют фундаментальные науки, на которых базируется спортивная физиология, она и использует их теоретические достижения, методики исследования и сведения о факторах среды, с которыми взаимодействует организм спортсмена в процессе тренировочной и соревновательной деятельности. К числу таких дисциплин следует отнести биологию, физиологию человека и животных, химию и физику.

Во вторую группу входят учебные и научные дисциплины, *взаимодействующие* со спортивной физиологией таким образом, что они взаимно обогащают или дополняют друг друга. В этом плане спортивная физиология тесно связана с анатомией, биохимией, биомеханикой, гигиеной и психологией.

И, наконец, третью группу дисциплин, с которыми связана спортивная физиология, составляют те из них, которые *используют* ее научные достижения и методики исследования в своих целях. К ним относятся теория и методика физической культуры, педагогика, спортивно-педагогические дисциплины, спортивная медицина, лечебная физкультура.

Одной из важных задач спортивной физиологии является научное обоснование, разработка и реализация мероприятий, обеспечивающих достижение высоких спортивных результатов и сохранения здоровья спортсменов. Следовательно, *спортивная физиология — наука прикладная и в основном профилактическая*, так как, исследуя и учитывая резервные возможности организма человека, она обосновывает пути и средства повышения работоспособности, ускорения восстановительных процессов, предупреждения переутомления, перенапряжения и патологических сдвигов функций организма, а также профилактику возникновения различных заболеваний.

Отличительной методической особенностью спортивной физиологии является то, что ее материалы могут быть получены только из экспериментов с человеком, где применение ряда классических методов физиологии невозможно. В связи с этим лишь отдельные уточняющие эксперименты, как правило, с целью изучения механизмов физиологических сдвигов при физических нагрузках проводятся на животных. Важно также подчеркнуть, что основной задачей спортивной физиологии является сравнительное изучение функционального состояния организма человека, т. е. исследование проводится до, во время и после двигательной активности, что в натурных условиях весьма затруднительно. Поэтому разработаны специальные нагрузочные тесты, позволяющие дозировать физическую активность и регистрировать соответствующие изменения функций организма в различные периоды деятельности человека. С этой целью используются велоэргометр, беговая дорожка (тредбан), ступеньки разной высоты, а также различные приборы, позволяющие регистрировать функции сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной и центральной нервной системы на расстоянии, передавая соответствующие показатели по телеметрическим каналам.

Спортивная физиология занимает важное место в теории физической культуры, составляя фундамент знаний, необходимых тренеру и преподавателю для достижения высоких спортивных результатов и сохранения здоровья спортсменов. Поэтому тренер и педагог должны хорошо знать о физиологических процессах, происходящих в организме спортсмена во время тренировочной и соревновательной деятельности с тем, чтобы научно

обоснованно строить и совершенствовать эту работу, уметь аргументировать свои распоряжения и рекомендации, избегать переутомления и перенапряжения и не причинить вреда здоровью тренирующихся. Они также должны понимать суть изменений, возникающих в организме спортсмена в реабилитационном периоде, чтобы активно и грамотно влиять на них, ускоряя восстановительные реакции.

Таким образом, из изложенного следует, **что спортивная физиология как учебная и научная дисциплина, решает две основные проблемы. Одна из них состоит в физиологическом обосновании закономерностей укрепления здоровья человека** с помощью физических упражнений и повышения устойчивости его организма к действию различных неблагоприятных факторов внешней среды (температура, давление, радиация, загрязненность воздуха и воды, инфекции и т.д.), а также в сохранении и восстановлении работоспособности, препятствии развитию раннего утомления и коррекции психоэмоциональных перегрузок в процессе профессиональной деятельности человека. Эти задачи спортивной физиологии решаются в рамках массовых форм физической культуры.

Вторая проблема спортивной физиологии заключается в физиологическом обосновании мероприятий, направленных на достижение высоких спортивных результатов, особенно в большом спорте. Эти две проблемы полностью не совпадают, так как для достижения наивысших результатов в процессе тренировок в ряде случаев применяются такие нагрузки, которые могут привести к снижению устойчивости организма к неблагоприятным воздействиям внешней среды, ухудшению состояния здоровья и даже к возникновению заболеваний.

Исходя из всего сказанного, становится очевидным, что физиологические особенности функций организма следует изучать и оценивать отдельно как в отношении массовой физической культуры и физической подготовки специальных контингентов (военнослужащие, пожарные, геологи, студенты, школьники и некоторые другие категории), так и в отношении различных видов спорта, особенно спорта высших достижений.

1.2. КАФЕДРА ФИЗИОЛОГИИ СПБГАФК ИМ. П. Ф. ЛЕСГАФТА И ЕЕ РОЛЬ В СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ СПОРТИВНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

В программу обучения в физкультурных вузах физиология включалась с первых дней их организации. На созданных П. Ф. Лесгафтом в 1896 г. Высших курсах физического образования сразу же был открыт кабинет физиологии, первым руководителем которого являлся академик Иван Рамазович Тарханов (Тархнишвили). В последующие годы физиологию здесь преподавали Н. П. Кравков, А. А. Вальтер, П. П. Ростовцев, В. Я. Чаговец, А. Г. Гинецинский, А. А. Ухомский, Л. А. Орбели, И. С. Беритов (Бериташвили), А. Н. Крестовников, Г. В. Фольбортид.

Декретом Совета Народных Комиссаров от 22 октября 1919 г. на базе Высших курсов физического образования был создан институт физического образования им. П. Ф. Лесгафта (в 1929 г. преобразованный в институт физической культуры им. П. Ф. Лесгафта, а в 1993 г. — в академию) **с учреждением ряда кафедр, в том числе кафедры физиологии — первой такой кафедры среди физкультурных вузов страны.**

Организованную кафедру с 1919 г. по 1927 г. возглавлял Леон Абгарович Орбели, впоследствии действительный член АН СССР, АМН СССР и АН АрмССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных премий СССР, генерал-полковник медицинской службы, почетный член ряда зарубежных академий. Уже в те годы под руководством Л. А. Орбели были выполнены первые научно-исследовательские работы по влиянию физических нагрузок на организм. Однако, предмет в основном преподавался по программе медицинских институтов в виде чтения лекций и выполнения отдельных лабораторных занятий по курсу общей физиологии с некоторым акцентом на разделе «Физиология мышц». В прикладном плане освещались лишь отдельные медицинские вопросы, связанные с влиянием физических упражнений на организм. Такое содержание дисциплины отражало в то время объективное состояние научных знаний в области физиологии мышечной деятельности как в нашей стране, так и за рубежом. Это был **начальный, первый период становления спортивной физиологии.**

После ухода из института Л. А. Орбели заведующим избирается Алексей Николаевич Крестовников, руководивший кафедрой физиологии на протяжении 28 лет — с 1927 по 1955 гг. В этот период сотрудники кафедры провели большую работу по сбору функциональных показателей организма спортсменов под влиянием различных физических упражнений и анализу их изменений. Обобщенный материал позволил профессору А. Н. Крестовникову издать первый в нашей стране и за рубежом учебник физиологии для институтов физической культуры (1938) и первую монографию по спортивной физиологии (1939). Издание названных книг дало возможность выделить и окончательно сформировать в физиологии человека новый учебный и научный раздел предмета — **спортивную физиологию.** С этого времени начинается **второй, переходный период развития спортивной физиологии** (1930-1950-е годы) как учебной и научной дисциплины. С 1955 по 1960 г. кафедрой руководит профессор Е. К. Жуков.

Современный, третий период развития спортивной физиологии (1960-1990-е годы) характеризуется созданием систематического учебного и научного разделов дисциплины, соответствующих новым задачам подготовки высококвалифицированных, грамотных специалистов по физической культуре и спорту. В учебных программах этого периода отражаются две взаимосвязанные части предмета (общая и частная спортивная физиология). С этого времени физиологи спорта начинают изучать не только воздействие отдельных физических

нагрузок на функции организма, но и влияние систематических тренировок и их особенностей на функциональное состояние спортсменов, особенно в процессе достижения высшего спортивного мастерства.

Важную роль в становлении современного курса спортивной физиологии сыграл профессор Николай Васильевич Зимкин, заведовавший кафедрой физиологии с 1961 по 1975 гг. и выпустивший три издания учебника «Физиология человека» под его редакцией (1964, 1970, 1975). Интенсивно развиваются исследования в области кровообращения, нервно-мышечного аппарата, электроэнцефалографии, изучается физиология стрессовых состояний в спорте. Докторские диссертации защищают В. В. Васильева, Е. Б. Сологуб, Ю. З. Захарьянц. В период 1975-1984 гг. кафедрой заведует Заслуженный деятель науки РСФСР, профессор Александр Сергеевич Можухин. Основным направлением научно-исследовательской работы становится изучение функциональных резервов спортсмена. На протяжении 1984-1986 гг. обязанности заведующего кафедрой временно исполняет Почетный работник высшего образования России, профессор Елена Борисовна Сологуб. С 1986 г. кафедрой заведует Заслуженный деятель науки РФ, профессор Алексей Сергеевич Солодков. Научные интересы коллектива сосредотачиваются на проблеме физиологической адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам.

Очевидно, есть все основания говорить и о **четвертом периоде развития физиологии спорта**, который начался в XXI столетии и обусловлен созданием **системы многоуровневой подготовки специалистов (бакалавриат, специалитет и магистратура) и появлением Государственных образовательных стандартов в этой области**. Данное обстоятельство послужило основой создания, новых учебных программ для различных категорий обучающихся и издание учебников и учебных пособий в соответствии с этими программами. Кафедра физиологии оказалась первой в этом разделе работы, а профессорами А. С. Солодковым и Е. Б. Сологуб подготовлены и изданы новые учебные программы для бакалавров (2001) и магистров (2002), а также учебники три учебных пособия по общей, спортивной и возрастной физиологии (2000-2001).

Располагая высококвалифицированным составом сотрудников, кафедра физиологии внесла большой вклад в **подготовку научно-педагогических кадров и становление учебного процесса в институтах и техникумах физической культуры**. Так, с 1935 г. (когда была введена защита диссертаций) по 1998 г. под руководством сотрудников кафедры успешно защищено 13 докторских и 160 кандидатских диссертаций (в том числе иностранными аспирантами из Кубы, Китая, Индии, Египта и Польши).

Сотрудники кафедры принимали участие в составлении всех изданных с 1938 по 1990 гг. 11 учебных программ и 10 учебников по физиологии для институтов физической культуры. При этом редакторами 8 учебных программ и 6 учебников были заведующие кафедрой физиологии ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта. В 13 учебниках по спортивно-педагогическим дисциплинам главы по физиологической характеристике физических упражнений написаны также сотрудниками кафедры физиологии. Кафедрой подготовлено и издано 8 методических пособий в виде практикумов по проведению лабораторных занятий по физиологии, 7 специальных учебных пособий изданы для студентов заочного факультета и 4 — для техникумов физической культуры. Опубликовано более 30 лекций по различным вопросам физиологической характеристики физических упражнений.

Научно-исследовательская работа преподавателей охватывала все основные разделы физиологии: нервную и мышечную системы, органы чувств, кровообращение и дыхание, выделение, внутреннюю секрецию, а также специальные проблемы спортивной физиологии: адаптация к физическим нагрузкам, функциональные резервы организма спортсмена, утомление и восстановление и др. Ежегодно по различным вопросам спортивной физиологии печатаются десятки научных работ. С 1939 по 1990 г. сотрудниками кафедры опубликовано 20 монографий, непосредственно связанных со спортивной физиологией, некоторые из них переведены за рубежом (Болгария, Германия, Польша, Румыния, Греция, Чехословакия).

Высококвалифицированный коллектив сотрудников кафедры физиологии постоянно привлекал к себе внимание преподавательского состава других институтов, особенно вновь образованных. Начиная с довоенных лет, **на кафедре стажировались преподаватели ряда институтов физической культуры и факультетов физического воспитания педагогических институтов, институтов физической культуры социалистических стран и некоторых медицинских вузов**. Только за последние 5 лет такую стажировку на кафедре прошли около 40 человек. Кроме того, повышение квалификации преподавателей из названных институтов по специализации «физиология» регулярно осуществляется в Институте повышения квалификации и переподготовки кадров (ИПК и ПК) нашего вуза.

Существенна роль сотрудников кафедры и в области организационной деятельности. Так, А. Н. Крестовников до 1955 г. возглавлял методическую комиссию по физиологии Всесоюзного комитета по физической культуре и спорту при Совете Министров СССР, Н. В. Зимкин с 1962 по 1976 г. наряду с руководством этой Комиссией был председателем научной комиссии по физиологии, биомеханике, морфологии и биохимии спорта, председателем координационной комиссии по преподаванию медико-биологических дисциплин и членом президиума Научного совета при Госкомспорте СССР. А. С. Можухин с 1976 по 1985 г. состоял членом методической комиссии Госкомспорта СССР и был председателем Совета заведующих кафедрами физиологии институтов физической культуры РСФСР, а А. С. Солодков — членом Научного совета Госкомспорта СССР по биологическим наукам, председателем секции «Физиология спорта» Проблемной комиссии АН СССР и АМН СССР, а в настоящее время руководит секцией «Физиология спорта» Санкт-

Петербургского общества физиологов, биохимиков и фармакологов им. И. М. Сеченова и состоит членом Правления этого общества.

В последние годы коллектив кафедры ведет большую работу по перестройке и совершенствованию преподавания физиологии и проведению научных исследований. В соответствии с новым учебным планом и новой программой по физиологии переделаны рабочие программы и тематические планы лекций и лабораторных занятий по предмету. С учетом того, что количество лекционных часов в новой программе существенно уменьшено, лекции носят преимущественно проблемный характер. Лабораторные занятия проводятся таким образом, чтобы они способствовали пониманию сущности механизмов и особенностей регуляции физиологических процессов при мышечной деятельности, овладению методиками исследования, привитию студентам навыков научно-исследовательской работы.

Реализация нового учебного плана по многоуровневой структуре высшего физкультурного образования требует создания специальных образовательно-профессиональных программ по физиологии с учетом подготовки бакалавров, дипломированных специалистов и магистров наук. Решение этих задач особенно важно и приоритетно для кафедры потому, что нашей академией разработан свой вариант учебного плана по осуществлению многоуровневой структуры высшего физкультурного образования в России.

За достигнутые успехи в учебной и научной работе и в связи с 75-летием со дня основания кафедры в апреле 1995 года решением Ученого Совета академии ей присвоено имя профессора А. Н. Крестовникова, а для студентов учреждены две его именные стипендии.

1.3. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СПОРТИВНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Основные учебные и научные разработки по спортивной физиологии впервые начались и неразрывно связаны с историей развития кафедры физиологии академии физической культуры им. П. Ф. Лесгафта. Особенностью деятельности кафедры физиологии явилось создание при ней научных лабораторий по основным разделам спортивной физиологии.

Выполненные исследования в этих лабораториях позволили получить новые данные по спортивной биоэнергетике и осуществить классификацию спортивных упражнений с учетом их энергетической характеристики (А. Б. Гандельсман); была разработана методика неинвазивного определения композиции скелетных мышц и вскрыты механизмы развития двигательного навыка (Н. В. Зимкин); выявлен феномен синхронизации потенциалов на электромиограммах при утомлении (Е.К. Жуков); определены особенности сосудистых реакций у спортсменов различных специализаций (В.В. Васильева); создана оригинальная методика регистрации электроэнцефалограмм непосредственно в процессе высокоинтенсивной мышечной работы и впервые исследованы корковые механизмы регуляции движений спортсменов (Е. Б. Сологуб); изучены эмоции при соревновательной деятельности (С. А. Разумов); развито представление о физиологических резервах спортсмена (А. С. Мозжухин); обосновано учение о функциональной системе адаптации спортсменов (А. С. Солодков) и др.

В дальнейшем изучение различных проблем спортивной физиологии в нашей стране существенно расширялось и углублялось, но при этом **в большинстве случаев использовались методические подходы, разработанные на кафедре физиологии АФК им. П.Ф. Лесгафта**. В настоящее время исследования ведутся во всех учебных и научно-исследовательских институтах физической культуры, во многих университетах, медицинских и педагогических вузах. Изучаются роль и значение всех физиологических систем организма при мышечной деятельности, а также приоритетные для спортивной физиологии проблемы: адаптация к физическим нагрузкам, работоспособность, утомление и восстановление спортсменов, функциональные резервы организма и др.

Выяснение вопроса о процессах экстраполяции в ЦНС имеет существенное значение для обоснования вариативности нагрузок в процессе спортивной тренировки. Только на основе этой концепции может быть правильно построен тренировочный процесс, при котором должны варьироваться величина, скорость и интенсивность нагрузок, что еще не всегда принимается во внимание медиками, тренерами и спортсменами. Необходимо также учитывать возрастную динамику локомоторных функций человека.

Приоритетными направлениями дальнейших исследований физиологии ЦНС являются выяснение особенностей формирования и мобилизации функциональных резервов мозга спортсменов и изучение перестроек корковых функциональных систем взаимосвязанной активности в процессе адаптации их к специализированным нагрузкам. Существенное внимание следует уделить исследованиям вызванной активности коры больших полушарий и спинного мозга, а также роли функциональной асимметрии и сенсорных систем в формировании некоторых специальных двигательных навыков.

В последние годы развивается **новое направление спортивной физиологии, связанное с разработкой спортивной генетики** и рассматривающее особенности наследственных влияний и тренируемости различных физиологических показателей и физических качеств и, в первую очередь, роли врожденных индивидуально-типологических особенностей организма для спортивной ориентации, отбора и прогнозирования достижений в спорте.

Благоприятные изменения, происходящие в организме, и в частности, **в сердечно-сосудистой системе при**

занятиях *физической культурой и спортом* — очевидны. Однако далеко не все вопросы этого раздела спортивной кардиологии решены, и изучение функциональных сдвигов нельзя считать законченным. Требуется дальнейшего исследования возможность развития патологических изменений в сердце (патологическое спортивное сердце, по Г. Ф. Лангу), которые могут возникнуть прежде всего вследствие чрезмерных тренировочных нагрузок, превышающих возможности конкретного спортсмена. Трудности в изучении и предупреждении ряда заболеваний у спортсменов заключаются в том, что в настоящее время нет разработанного и научно-обоснованного курса патологической физиологии спорта, необходимость которого весьма очевидна.

До настоящего времени отсутствуют данные, касающиеся эффективности разных сочетаний темпа движений и частоты дыхания в различных видах спорта, а также о характере и степени произвольных коррекций *внешнего дыхания*.

До сих пор остается спорным вопрос о длительности *восстановления после напряженных тренировочных и соревновательных нагрузок*.

Касаясь некоторых специальных теоретических вопросов, имеющих и несомненное прикладное значение в спорте, нужно в первую очередь указать *на проблемы адаптации к физическим нагрузкам, функциональных резервов организма, спортивной биоритмологии, психофизиологического и медицинского отбора и профессиональной ориентации спортсменов*. В частности, ближайшими задачами являются определение количественных критериев различных стадий адаптации, анализ адаптивных функциональных систем, формирующихся при различных видах спортивной деятельности, дифференцирование адаптационных изменений от предпатологических состояний и исследование компенсаторных реакций.

Уже многие годы проводятся исследования различных функций организма спортсменов. Однако *комплексные обследования* осуществляются относительно редко, а анализ их результатов связан с длительной обработкой получаемых данных. В связи с этим в спортивной физиологии большое значение приобретают так называемые экспресс-методы, позволяющие оценивать функциональное состояние спортсмена не только после, но и в процессе тренировок и соревнований. Важной задачей спортивных физиологов является также *обоснование, разработка и внедрение экспресс-методов* с целью исследования функциональных систем адаптации, формирующихся к различным видам физических упражнений. Использование компьютеров даст возможность быстро анализировать и обобщать результаты, полученные различными методами исследования, а наиболее важные и информативные сразу внедрять в практику.

Говоря о *массовой физической культуре*, нужно учитывать следующее. Применяемые нагрузки должны вызывать изменения, соответствующие только *стадии повышения неспецифической устойчивости (адаптированности) организма*. Необходимо также предупреждение возможности возникновения травм. Все это относится и к физической подготовке специальных контингентов: военнослужащих, спасательных команд и др. Особого внимания заслуживают занятия физической культурой с детьми, женщинами, инвалидами и лицами с ослабленным здоровьем. Требуются дальнейшая разработка и научное обоснование целого ряда физиологических проблем, связанных с возрастными и медико-биологическими особенностями этих контингентов лиц, характером их адаптивных перестроек.

В ближайшие годы в массовой физической культуре следует решить вопросы о *минимальном объеме физических упражнений* при различном их сочетании и необходимой продолжительности занятий, что в совокупности позволит получить достаточный *оздоровительный эффект в отношении устойчивости людей к действию неблагоприятных факторов окружающей среды и сохранения высокой умственной и физической работоспособности*. Такого рода исследования сложны, объемны, но они крайне необходимы. При этом минимальные нормы нагрузки и времени при занятиях физическими упражнениями, очевидно, будут неодинаковы для лиц различного возраста, состояния здоровья, пола, профессии, что потребует дифференцированного подхода к исследованиям разных групп населения. Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что и до настоящего времени основное внимание исследователей было обращено на спорт, особенно спорт высших достижений. Физическая культура массового характера находится в стороне, и функциональные изменения, адаптивные перестройки при этом изучаются в меньшей степени.

Интенсивно развивающаяся практика физической культуры и спорта требует быстрой реализации прикладных направлений спортивной физиологии. Вместе с тем, еще раз следует напомнить общеизвестное положение о том, что не разрабатывая глубоко теоретических проблем и не проводя фундаментальных исследований, мы постоянно будем отставать и в практике. Полезно напомнить слова известного итальянского физика и физиолога Алессандро Вольта, сказанные им еще в 1815 году: «**Нет ничего практичнее хорошей теории**».

2. АДАПТАЦИЯ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ И РЕЗЕРВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗМА

Одной из важнейших проблем современной физиологии и медицины является *исследование закономерностей процесса адаптации организма к различным факторам среды*. Адаптация человека затрагивает широкий спектр общебиологических закономерностей, интересы работников различных научных дисциплин и связана, прежде всего, с саморегулированием многокомпонентных функциональных систем. Не случайно проблема адаптации человека является одним из основных разделов обширной Международной биологической программы.

В настоящее время имеется ряд определений адаптации. На наш взгляд, наиболее полным является понятие физиологической адаптации, данное в третьем издании Большой Советской Энциклопедии: «Адаптация физиологическая – *совокупность физиологических реакций, лежащая в основе приспособления организма к изменению окружающих условий и направленная к сохранению относительного постоянства его внутренней среды – гомеостаза*». (М., 1969.Т.1.С.216).

Значение проблемы адаптации в спорте определяется прежде всего тем, что *организм спортсмена должен приспосабливаться к физическим нагрузкам в относительно короткое время*. Именно скорость наступления адаптации и ее длительность во многом определяют состояние здоровья и тренированность спортсмена. В этой связи значительный научный интерес для практики спорта представляет разработка системного обоснования адаптации организма в процессе достижения высшего спортивного мастерства. Вместе с тем общеизвестно, что морфофункциональные особенности организма человека, сформировавшиеся в течение длительного периода эволюции, не могут изменяться с такой же быстротой, с какой изменяются структура и характер тренировочных и соревновательных нагрузок в спорте. Несоответствие во времени между этими процессами может приводить к возникновению функциональных расстройств, которые проявляются различными патологическими нарушениями.

2.1. ДИНАМИКА ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА ПРИ АДАПТАЦИИ И ЕЕ СТАДИИ

Определение функциональных изменений, возникающих в период тренировочных и соревновательных нагрузок, необходимо прежде всего для оценки процесса адаптации, степени утомления, уровня тренированности и работоспособности спортсменов и является основой для совершенствования восстановительных мероприятий. О влиянии физических нагрузок на человека можно судить только на основе всестороннего учета совокупности реакций целостного организма, включая реакции со стороны центральной нервной системы, гормонального аппарата, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, анализаторов, обмена веществ и др. Следует подчеркнуть, что выраженность изменений функций организма в ответ на физическую нагрузку зависит прежде всего от индивидуальных особенностей человека и уровня его тренированности. Изменения функциональных показателей организма спортсменов могут быть правильно проанализированы и всесторонне оценены только при рассмотрении их в отношении к процессу адаптации.

Приспособительные изменения в здоровом организме бывают двух видов: изменения в привычной зоне колебаний факторов среды, когда система функционирует в обычном составе; изменения при действии чрезмерных (непривычных) факторов с включением в функциональную систему дополнительных элементов и механизмов. В литературе первая и вторая группы приспособительных изменений нередко называются адаптационными. По-видимому, более оправданным будет называть первую группу изменений *обычными физиологическими реакциями*, поскольку эти сдвиги не связаны с существенными физиологическими перестройками в организме и не выходят за пределы физиологической нормы. Вторая группа приспособительных изменений отличается значительным использованием физиологических резервов и перестройкой функциональных систем, в связи с чем их целесообразно называть *адаптационными сдвигами* (Солодков А. С, 1981).

Несомненный интерес представляет понятие общего адаптационного синдрома, предложенное канадским ученым Гансом Селье (1960). Под последним он понимает *совокупность защитных реакций организма человека или животных, возникающих в условиях стрессовых ситуаций*. В адаптационном синдроме автор выделяет три стадии: *стадию тревоги*, обусловленную мобилизацией защитных сил организма; *стадию резистентности*, связанную с приспособлением человека к экстремальным факторам среды и *стадию истощения*, возникающую при длительном стрессе, что может привести к возникновению заболеваний и даже смерти.

В динамике адаптационных изменений у спортсменов мы выделяем четыре стадии: физиологического напряжения, адаптированности, дизадаптации и реадaptации. Каждой из них присущи свои функциональные изменения и регуляторно-энергетические механизмы. Естественно, основными, имеющими принципиальное значение в спорте следует считать две первые стадии. Применительно к общей схеме адаптации такие стадии свойственны людям в процессе приспособления к любым условиям деятельности. Это положение было теоретически обосновано, экспериментально доказано и опубликовано А. С. Солодковым еще в 1974 году.

Стадия физиологического *напряжения организма характеризуется преобладанием процессов возбуждения в коре головного мозга* и распространением их на подкорковые и нижележащие двигательные и

вегетативные центры, возрастанием функции коры надпочечников, увеличением показателей вегетативных систем и уровня обмена веществ. **На уровне двигательного аппарата** характерным для этой стадии является **увеличение числа активных моторных единиц**, дополнительное включение мышечных волокон, увеличение силы и скорости сокращения мышц, увеличение в мышцах гликогена, АТФ и креатинфосфата. **Спортивная работоспособность – неустойчива.**

В стадии напряжения организма основная нагрузка ложится на регуляторные механизмы. За счет напряжения регуляторных механизмов осуществляется приспособление физиологических реакций и метаболизма к возросшим физическим нагрузкам. При этом в некоторых случаях изменения функций организма могут носить выраженный характер.

Стадия адаптированности **организма в значительной мере тождественна состоянию его тренированности.** Другими словами, в основе развития тренированности лежит процесс адаптации организма к физическим нагрузкам. **Физиологическую основу этой стадии составляет вновь установившийся уровень функционирования различных органов и систем для поддержания гомеостаза в конкретных условиях деятельности.** Определяемые в это время функциональные сдвиги не выходят за рамки физиологических колебаний, а работоспособность спортсменов стабильна и даже повышается.

Стадия дизадаптации **организма развивается в результате перенапряжения адаптационных механизмов и включения компенсаторных реакций вследствие интенсивных тренировочных нагрузок и недостаточного отдыха между ними.** Процесс дизадаптации по сравнению с процессом приспособления развивается, как правило, медленнее, причем сроки его наступления, продолжительность и степень выраженности функциональных изменений при этом отличаются большой вариативностью и зависят от индивидуальных особенностей организма. Стадия дизадаптации характеризуется еще и тем, что **отсутствуют признаки активации нервной и эндокринной систем и имеет место некоторое снижение общей функциональной устойчивости организма.** Это состояние может быть отнесено к предболезненному. При дизадаптации наблюдаются эмоциональная и вегетативная неустойчивость, раздражительность, вспыльчивость, головные боли, нарушение сна. **Снижается умственная и физическая работоспособность.**

Процесс дизадаптации является результатом того, что биосоциальная плата за адаптацию к интенсивным тренировочным и соревновательным нагрузкам вышла за пределы физиологических резервов организма и выдвинула перед ним новые проблемы. Конечный исход дизадаптационных расстройств может протекать с достаточной еще способностью к восстановлению всех функций организма и работоспособности, что чаще всего и наблюдается у спортсменов. В других случаях дизадаптация будет иметь скрытые дефекты, которые выявляются только с течением времени под влиянием или очень высоких нагрузок, или какой-то дополнительной вредности. И, наконец, дизадаптация может закончиться стойкими неблагоприятными изменениями функций организма, снижением или утратой спортивной работоспособности. Очевидно, **стадия дизадаптации по своим патофизиологическим основам в значительной мере соответствует состоянию перетренированности спортсменов.**

Стадия реадаптации возникает после длительного перерыва в систематических тренировках или их прекращении совсем и **характеризуется приобретением некоторых исходных свойств и качеств организма.** Физиологический смысл этой стадии – снижение уровня тренированности и возвращение некоторых показателей к исходным величинам. Можно полагать, что спортсменам, систематически тренировавшимся многие годы и оставляющим большой спорт, требуются специальные, научно обоснованные оздоровительные мероприятия для возвращения организма к нормальной жизнедеятельности.

Следует иметь в виду, что возникшие в процессе длительных и интенсивных физических нагрузок структурные изменения в миокарде и скелетных мышцах, нарушенный уровень обмена веществ, гормональные и ферментативные перестройки, своеобразно закрепленные механизмы регуляции к исходным значениям, как правило, не возвращаются. За систематические чрезмерные физические нагрузки, а затем за их прекращение организм спортсменов в дальнейшем платит определенную **биологическую цену**, что может проявляться развитием кардиосклероза, ожирением, снижением резистентности клеток и тканей к различным неблагоприятным воздействиям и повышением уровня общей заболеваемости.

При адаптации к чрезмерным для данного организма физическим нагрузкам в полной мере реализуется общебиологическая закономерность, которая состоит в том, что все приспособительные реакции организма к необычным факторам среды обладают лишь относительной целесообразностью. Иными словами, даже устойчивая, долговременная адаптация к физическим нагрузкам имеет свою функциональную или структурную цену.

Цена адаптации может проявляться в двух различных формах: 1) в прямом **изнашивании функциональной системы**, на которую при адаптации падает главная нагрузка, 2) в **явлениях отрицательной перекрестной адаптации**, т.е. в нарушении у адаптированных к определенной физической нагрузке людей других функциональных систем и адаптационных реакций, не связанных с этой нагрузкой.

Прямая функциональная недостаточность может реализоваться в условиях остро возникшей большой нагрузки, при которой наблюдаются прямые повреждения структур сердца, скелетных мышц, нарушения ферментной активности и другие изменения, являющиеся как итогом самой нагрузки, так и возникающей при

этом стресс-реакции (Пшенникова М. Г., 1986). Эта цена срочной адаптации ярко проявляется при первых нагрузках нетренированных людей и устраняется правильно построенным тренировочным процессом и развитием адаптированности.

Цена адаптации в значительной мере зависит от вида физических нагрузок, к которым происходит приспособление. Так, например, у тяжелоатлетов высокотренированных к статическим силовым нагрузкам, наблюдается снижение выносливости к динамической работе; утомление при таких нагрузках у них развивается быстрее, чем у нетренированных здоровых людей. Одновременно у тяжелоатлетов в противоположность людям, тренированным на выносливость, обнаружено снижение плотности капилляров в скелетных мышцах и отсутствие роста массы митохондрий.

На фоне высокой тренированности у штангистов, борцов и других спортсменов нередко наблюдается снижение резистентности к действию холода и простудным заболеваниям, **нарушение клеточного и гуморального иммунитета.** У высокотренированных на выносливость спортсменов отмечаются нарушения функций желудочно-кишечного тракта, печени и почек, что является следствием ограниченного кровоснабжения этих органов в период длительной мышечной работы.

Однако, высокая цена адаптации и феномены отрицательной перекрестной резистентности при таком приспособлении представляют собой возможное, но вовсе не обязательное явление. Наиболее рациональный путь к предупреждению адаптационных нарушений состоит в правильно построенном режиме тренировок, отдыха и питания, закаливании, повышении устойчивости к стрессорным воздействиям и гармоничном физическом и психическом развитии личности спортсмена.

2.2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

Адаптация как общее универсальное свойство живого **обеспечивает жизнеспособность организма в изменяющихся условиях и представляет процесс адекватного приспособления его функциональных и структурных элементов к окружающей среде.** В целом исследование процесса адаптации и ее механизмов, по-видимому, следует отнести **междисциплинарной проблеме**, которая может стать ключевой в понимании многих аспектов развития тренированности, здоровья и заболеваемости спортсменов.

Система закаливания и формирования сильного, красивого и выносливого человека всегда связывалась с адаптацией его к физическим нагрузкам. Физические нагрузки – самый естественный и древний фактор, воздействовавший на человека. Будучи обусловленным самой природой земной гравитации, этот фактор во все времена сопровождал человека, и двигательная активность всегда была важным звеном его приспособления к окружающему миру. Одним из неперенных условий развития адаптации к физическим нагрузкам является мобилизация и использование физиологических резервов организма.

С физиологической точки зрения ведущими в тренировке являются повторность и возрастание физических нагрузок, что за счет обратных связей позволяет совершенствовать функциональные возможности органов и систем и их энергетическое обеспечение на основе механизма саморегуляции организма. С этих позиций тренировка сводится к активизации механизмов адаптации, включению физиологических резервов, благодаря которым организм человека легче и быстрее приспосабливается к повышенным нагрузкам, совершенствуя свои физические, физиологические и психические качества, повышая состояние тренированности.

Физиологическая сущность состояния тренированности – это такой уровень функционального состояния организма, который характеризуется совершенствованием механизмов регуляции, увеличением физиологических резервов и готовностью к их мобилизации, что выражается в его повышенной устойчивости к длительным и интенсивным физическим нагрузкам и высокой работоспособности.

Развившееся в процессе тренировки состояние тренированности по своим физиологическим механизмам и морфофункциональной сути соответствует стадии адаптированности организма к физическим нагрузкам. В понятиях **«адаптация, адаптированность»**, с одной стороны, и **«тренировка, тренированность»**, с другой стороны, много общих черт, главной из которых является достижение нового уровня работоспособности на основе образования в организме специальной адаптивной функциональной системы с определенным уровнем физиологических констант. Тренировка и тренированность – понятия педагогические, хотя и базируются они на знаниях физиологических закономерностей организма спортсменов. Исследование и характеристика этих процессов и состояний, связанных прежде всего с обоснованием рационально построенных тренировочных нагрузок, является прерогативой педагогов. Адаптация и адаптированность спортсменов к физическим нагрузкам и все функциональные и структурные перестройки, совершающиеся при этом в организме, относятся к биологическим категориям и составляют основные научные и учебные проблемы медиков и физиологов.

Адаптация организма к физическим нагрузкам заключается в мобилизации и использовании функциональных резервов организма, в совершенствовании имеющихся физиологических механизмов регуляции. Никаких новых функциональных явлений и механизмов в процессе адаптации не наблюдается, просто имеющиеся уже механизмы начинают работать совершеннее, интенсивнее и экономичнее. В основе адаптации к физическим нагрузкам лежат нервно-гуморальные механизмы, включающиеся в деятельность и совершенствующиеся при работе двигательных единиц (мышц и мышечных групп). При адаптации спортсменов происходит **усиление деятельности ряда функциональных систем за счет мобилизации и использования их**

резервов, а системообразующим фактором при этом должен являться приспособительный полезный результат – выполнение поставленной задачи, т.е. конечный спортивный результат

Комплекс функциональных систем, обеспечивающих конечный спортивный результат, формируется организмом спортсмена ради достижения этого результата. Отсутствие результата или систематически недостаточный его уровень могут не только стимулировать формирование данного комплекса, но и разрушать его, прекращать функционирование в зависимости от величины и характера физиологических резервов, воли, мотивации и других факторов. Таким образом, **адаптация к мышечной деятельности представляет собой системный ответ организма, направленный на достижение состояния высокой тренированности и минимизацию физиологической цены за это.**

2.3. СРОЧНАЯ И ДОЛГОВРЕМЕННАЯ АДАПТАЦИЯ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

При всем многообразии индивидуальной фенотипической адаптации развитие ее у человека характеризуется некоторыми общими чертами. Среди таких черт в приспособлении организма к любым факторам среды следует выделять **два вида адаптации – срочную, но несовершенную, и долговременную, совершенную** (МеерсонФЗ.,1986).

Срочная адаптация **возникает непосредственно после начала действия раздражителя и может реализоваться на основе готовых, ранее сформировавшихся физиологических механизмов и программ.** Очевидными проявлениями срочной адаптации являются увеличение теплопродукции в ответ на холод, увеличение теплоотдачи в ответ на жару, рост легочной вентиляции, ударного и минутного объемов крови в ответ на физическую нагрузку и недостаток кислорода, приспособление органа зрения к темноте, бег человека, обусловленный социально значимой необходимостью, и др. Отличительной чертой срочной адаптации является то, что деятельность организма протекает не в пределах его возможностей при почти полной мобилизации физиологических резервов, но далеко не всегда обеспечивает необходимый адаптационный эффект. Так, бег неадаптированного человека происходит при близких к предельным величинам ударного объема крови и легочной вентиляции, при максимальной мобилизации гликогена в печени. Быстрое накопление молочной кислоты в крови лимитирует интенсивность физической нагрузки – двигательная реакция не может быть ни достаточно быстрой, ни достаточно длительной.

Таким образом, функциональная адаптивная система, ответственная за двигательную реакцию при срочной адаптации, характеризуется предельным напряжением отдельных ее звеньев и вместе с тем определенным несовершенством самой двигательной реакции.

На уровне **нервной и нейрогуморальной регуляции** реализуется интенсивное, избыточное по своему пространственному распространению возбуждение корковых, подкорковых и нижележащих двигательных центров, которому соответствует значительная, но недостаточно координированная двигательная деятельность. Этот процесс характеризует начальный этап формирования двигательного навыка.

Со стороны **двигательного аппарата** срочная адаптация проявляется включением в реакцию дополнительной части двигательных единиц, а также генерализованным вовлечением лишних мышечных групп. В результате сила и скорость сокращения мобилизованных мышц оказываются ограниченными, но максимально достижимыми для данного вида адаптации; координация мышц недостаточно совершенна.

На уровне **вегетативных систем** обеспечения срочной адаптации к физическим нагрузкам наблюдается максимальная мобилизация функциональных резервов органов дыхания и кровообращения, но реализующихся при это неэкономным путем. Так, увеличение минутного объема крови достигается ростом частоты сердечных сокращений при ограниченном возрастании ударного объема. Увеличение легочной вентиляции осуществляется за счет возрастания частоты дыхания, но не глубины дыхания, при этом наблюдается несоответствие между частотой дыхания и движений. В итоге легочная вентиляция все же не избавляет от развития гипоксии и гиперкапнии.

В целом срочная адаптация к физическим нагрузкам характеризуется максимальной по уровню и неэкономной гиперфункцией, ответственной за адаптацию функциональной системы, резким снижением физиологических резервов данной системы, явлениями чрезмерной стресс-реакции организма и возможным повреждением органов и систем. В результате двигательные, т.е. по существу, поведенческие реакции организма оказываются в значительной мере ли-митированными.

Долговременная адаптация **возникает постепенно, в результате длительного или многократного действия на организм факторов среды.** Принципиальной особенностью такой адаптации является то, что она возникает не на основе готовых физиологических механизмов, а **на базе вновь сформированных программ регулирования.** Долговременная адаптация, по существу, развивается на основе многократной реализации срочной адаптации и характеризуется тем, что в итоге постепенного количественного накопления каких-то изменений организм приобретает новое качество в определенном виде деятельности – из неадаптированного превращается в адаптированный. В результате обеспечивается осуществление организмом ранее недостижимых силы, скорости и выносливости при физических нагрузках, развитие устойчивости организма к значительной гипоксии, которая ранее была несовместима с активной жизнедеятельностью, способность организма к работе при существенно измененных показателях гомеостаза, развитие устойчивости к холоду, теплу, большим дозам

ядов, введение которых ранее было смертельным.

Долговременная адаптация характеризуется **возникновением в ЦНС новых временных связей**, а также **перестройкой аппарата гуморальной регуляции** функциональной системы – экономичностью функционирования гуморального звена и повышением его мощности. В ответ на ту же самую нагрузку не возникает резких изменений в организме и мышечная работа сопровождается меньшим увеличением легочной вентиляции, минутного объема крови, ферментов, гормонов, лактата, аммиака, отсутствием выраженных повреждений. В результате становится возможным длительное и стабильное выполнение физических нагрузок. Переход от срочной к долговременной адаптации знаменует собой узловой момент адаптационных процессов, так как именно этот переход делает возможной жизнь организма в новых условиях, расширяет сферу его обитания и свободу поведения в меняющейся среде. Этот момент определяется прежде всего тем, что возникает **активация синтеза нуклеиновых кислот и белков**, что приводит к избирательному развитию определенных структур, лимитирующих двигательную деятельность. Формируются устойчивые двигательные динамические стереотипы, развивается экстраполяция, повышающая возможность быстрой перестройки ответных реакций при изменениях среды, происходит умеренная гипертрофия в скелетных мышцах, сердце, дыхательных мышцах и других рабочих органах, увеличение массы митохондрий. Существенно увеличивается аэробная и анаэробная мощность организма. Нормализуется гомеостаз организма, уменьшается стресс-реакция. Интенсивность и длительность мышечной работы возрастают.

В процессе адаптации организма **обмен перестраивается в направлении более экономного расходования энергии в состоянии покоя и повышенной мощности метаболизма в условиях физического напряжения**. Такая перестройка биологически более целесообразна и может явиться общим механизмом физиологической адаптации.

Адаптивные сдвиги энергетического обмена заключаются в **переключении с углеводного типа на жировой**. Ведущую роль в этом играют гормоны: глюкокортикоиды ускоряют распад белка, активируя превращение аминокислот в глюкозу, а катехоламины вызывают мобилизацию резерва гликогена в печени и активацию липолиза жировой ткани, увеличивая приток кислорода, глюкозы, аминокислот и жирных кислот к работающим тканям.

Определенные черты фенотипа, сформировавшиеся в результате долговременной адаптации организма к физическим нагрузкам, **становятся фактором профилактики конкретных болезней или патологических синдромов**. Повышение расхода жиров приводит к атрофии жировой ткани, снижению избыточного веса и, при прочих равных условиях, уменьшает развитие атеросклероза. Увеличение емкости и пропускной способности коронарных сосудов, развитие системы экстракардиальных анастомозов способствуют уменьшению вероятности закупорки коронарных артерий и возникновения инфаркта миокарда. Увеличение потенциальных резервов и мощности сердечной мышцы может в течение даже длительного времени воздействия неблагоприятных факторов на организм не приводить к возникновению сердечно-сосудистых расстройств у тренированных людей.

2.4. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА АДАПТАЦИИ

Проведенные в последние годы исследования механизмов и закономерностей адаптации людей к различным условиям деятельности привели нас к убеждению в том, **что долговременная адаптация обязательно сопровождается следующими физиологическими процессами**: а) **перестройкой регуляторных механизмов**, б) **мобилизацией и использованием резервных возможностей** организма, в) **формированием специальной функциональной системы адаптации** к конкретной трудовой (спортивной) деятельности человека (Солодков А.С., 1981, 1988). По сути дела, эти три физиологические реакции являются главными и основными составляющими процесса адаптации, а общебиологическая закономерность таких приспособительных перестроек относится к любой деятельности человека.

В достижении устойчивой и совершенной адаптации большую роль играют перестройка регуляторных приспособительных механизмов и мобилизация физиологических резервов, а также последовательность их включения на разных функциональных уровнях. Очевидно, вначале включаются обычные физиологические реакции и лишь затем – реакции напряжения механизмов адаптации, требующие значительных энергетических затрат с использованием резервных возможностей организма, что приводит в конечном итоге к формированию специальной функциональной системы адаптации, обеспечивающей конкретную деятельность человека (Солодков А.С., 1998).

Такая функциональная система у спортсменов представляет собой **вновь сформированное взаимоотношение нервных центров, гормональных, вегетативных и исполнительных органов, необходимое для решения задач приспособления организма к физическим нагрузкам**. Морфофункциональной основой такой системы является образование в организме **системного структурного следа** (Меерсон Ф. 3., 1981) в ответ на мышечную работу, что проявляется созданием новых межцентральных взаимосвязей, повышением активности дыхательных ферментов, гипертрофией сердца, скелетных мышц и надпочечников, увеличением количества митохондрий, усилением функций вегетативных систем. В целом, **функциональная система, ответственная за адаптацию к физическим нагрузкам, включает в себя три звена: афферентное, центральное регуляторное и эффекторное**.

Афферентное звено функциональной системы адаптации состоит из рецепторов, а также чувствительных нейронов и совокупностей афферентных нервных клеток в центральной нервной системе. Все эти элементы нервной системы воспринимают раздражения из внешней среды и от самого организма и участвуют в осуществлении так называемого афферентного синтеза, необходимого для адаптации. Афферентный синтез возникает, по П.К. Анохину, при взаимодействии мотивации, памяти, обстановочной и пусковой информации. В спорте, в одних случаях (например, у бегунов, лыжников, гимнастов), афферентный синтез для принятия решения о начале своих движений относительно прост и это облегчает формирование адаптивной системы, в других же (единоборства, спортивные игры), весьма сложен и это затрудняет образование такой системы.

Центральное регуляторное звено функциональной системы представлено нейрогенными и гуморальными процессами управления адаптивными реакциями. В ответ на афферентные сигналы нейрогенная часть звена включает двигательную реакцию и мобилизует вегетативные системы на основе рефлекторного принципа регуляции функций. Афферентная импульсация от рецепторов к коре головного мозга вызывает возникновение положительных (возбудительных) и отрицательных (тормозных) процессов, которые и формируют функциональную адаптивную систему. В адаптированном организме нейрогенная часть звена быстро и четко реагирует на афферентную импульсацию соответствующей мышечной активностью и мобилизацией вегетативных функций. В неадаптированном организме такого совершенства нет, мышечное движение будет выполнено приблизительно, а вегетативное обеспечение окажется недостаточным.

При поступлении сигнала о физической нагрузке одновременно с описанными выше изменениями происходит нейрогенная активация гуморальной части центрального регуляторного звена, ответственного за управление адаптационным процессом. Функциональное значение гуморальных реакций (повышенное высвобождение гормонов, ферментов и медиаторов) определяется тем, что они путем воздействия на метаболизм органов и тканей обеспечивают более полноценную мобилизацию функциональной адаптивной системы и ее способность к длительной работе на повышенном уровне.

Эффекторное звено функциональной системы адаптации включает себя скелетные мышцы, органы дыхания, кровообращения, кровь и другие вегетативные системы. Интенсивность и длительность физических нагрузок на уровне скелетных мышц определяется тремя основными факторами: числом и типом активируемых моторных единиц; уровнем и характером биохимических процессов в мышечных клетках; особенностями кровоснабжения мышц, от чего зависит приток кислорода, питательных веществ и удаление метаболитов. Увеличение силы, скорости и точности движений в процессе долговременной адаптации достигается двумя основными процессами: формированием в центральной нервной системе функциональной системы управления движениями и морфофункциональными изменениями в мышцах (гипертрофия мышц, увеличение мощности систем аэробного и анаэробного энергообразования, возрастание количества миоглобина и митохондрий, уменьшение образования и накопления аммиака, перераспределение кровотока и др.). Таким образом, формирование функциональной адаптивной системы с вовлечением в этот процесс различных морфофункциональных структур организма составляет принципиальную основу долговременной адаптации к физическим нагрузкам и реализуется повышением эффективности деятельности различных органов и систем и организма в целом. Зная закономерности формирования функциональной системы, можно различными средствами эффективно влиять на отдельные ее звенья, ускоряя приспособление к физическим нагрузкам и повышая тренированность, т.е. управлять адаптационным процессом.

2.5. ПОНЯТИЕ О ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕЗЕРВАХ ОРГАНИЗМА, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ

Учение о физиологических резервах представляет одну из важнейших основ физиологии спорта, так как позволяет правильно оценивать и решать задачи по сохранению здоровья и повышению тренированности спортсменов. Представление о резервных возможностях организма связаны с физиологическим учением К. Бернара, П. Бэра, У. Кеннона о сохранении гомеостаза при действии на организм различных неблагоприятных факторов за счет усиления функций жизненно важных органов и систем с использованием их резервов.

Принципиальные положения учения о физиологических резервах в нашей стране были разработаны в 30-х годах академиком Л. А. Орбели, который неоднократно подчеркивал положение о значительных возможностях организма человека приспосабливаться к необычным условиям внешней среды за счет его резервных возможностей. В дальнейшем идеи Л.А. Орбели нашли плодотворное теоретическое и прикладное развитие прежде всего в физиологии военного труда (Бресткин М.П., 1968; Сапов И.А. и Солодков А.С., 1970; Загрядский В.П., 1976; Солодков А.С., 1978, и др.). В физиологии спорта эта проблема начала изучаться в Москве В.В. Кузнецовым (1970) и в Ленинграде А.С. Мозжухиным (1979).

В настоящее время под физиологическими резервами организма понимается *выработанная в процессе эволюции адаптационная и компенсаторная способность органа, системы и организма в целом усиливать во много раз интенсивность своей деятельности по сравнению с состоянием относительного покоя (Бресткин М. П., 1968)*. Физиологические резервы, по мнению автора, обеспечиваются определенными анатомо-физиологическими и функциональными особенностями строения и деятельности организма, а именно наличием парных органов, обеспечивающих замещение нарушенных функций (анализаторы, железы внутренней секреции,

почки и др.); значительным усилением деятельности сердца, увеличением общей интенсивности кровотока, легочной вентиляции и усилением деятельности других органов и систем; высокой резистентностью клеток и тканей организма к различным внешним воздействиям и внутренним изменениям условий их функционирования.

В качестве примера проявления физиологических резервов можно указать на то, что во время тяжелой физической нагрузки минутный объем крови у хорошо тренированного человека может достигать 40л, т.е. увеличиваться в 8 раз, легочная вентиляция при этом возрастает в 10 раз, обуславливая увеличение потребления кислорода и выделение углекислого газа в 15 раз и более. В этих условиях работа сердца человека, как показывают расчеты, возрастает в 10 раз.

Все резервные возможности организма А.С. Мозжухин (1979) предлагает разделить на две группы: социальные резервы (психологические и спортивно-технические) и биологические резервы (структурные, биохимические и физиологические). Морфофункциональной основой физиологических резервов являются органы, системы организма и механизмы их регуляции, обеспечивающие переработку информации, поддержание гомеостаза и координацию двигательных и вегетативных актов.

Физиологические резервы, по мнению автора, включаются не все сразу, а поочередно. *Первая очередь резервов* реализуется при работе до 30% от абсолютных возможностей организма и включает переход от состояния покоя к повседневной деятельности. Механизм этого процесса – условные и безусловные рефлексы. *Вторая очередь* включения осуществляется при напряженной деятельности, нередко в экстремальных условиях при работе от 30% до 65% от максимальных возможностей (тренировки, соревнования). При этом включение резервов происходит благодаря нейрогуморальным влияниям, а также волевым усилиям и эмоциям. *Резервы третьей очереди* включаются обычно в борьбе за жизнь, часто после потери сознания, в агонии. Включение резервов этой очереди обеспечивается, по-видимому, безусловнорефлекторным путем и обратной гуморальной связью.

Во время соревнований или работы в экстремальных условиях диапазон физиологических резервов снижается, поэтому основная задача состоит в его повышении. Оно может достигаться закаливанием организма, общей и специально направленной физической тренировкой, использованием фармакологических средств и адаптогенов. При этом *тренировки восстанавливают и закрепляют физиологические резервы организма, ведут к их расширению.* Еще в 1890 г. М.П. Павлов указывал, что израсходованные ресурсы организма восстанавливаются не только до исходного уровня, но и с некоторым избытком (феномен избыточной компенсации). Биологический смысл этого феномена огромен. Повторные нагрузки, приводящие к суперкомпенсации, обеспечивают повышение рабочих возможностей организма. В этом и состоит главный эффект систематических тренировок. Под влиянием тренирующих воздействий спортсмен в процессе восстановления становится сильнее, быстрее и выносливее, т.е. в конечном итоге расширяются его физиологические резервы.

3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Физические нагрузки вызывают перестройки различных функций организма, особенности и степень которых зависят от мощности и характера двигательной деятельности.

3.1. ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИЙ РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНОВ И СИСТЕМ ОРГАНИЗМА

В состоянии покоя деятельность различных функций отрегулирована соответственно невысокому уровню кислородного запроса и энергообеспечения. При переходе к рабочему уровню необходима перестройка функций различных органов и систем на более высокий уровень активности и новое межсистемное согласование на рабочем уровне.

В центральной нервной системе происходит повышение лабильности и возбудимости многих проекционных и ассоциативных нейронов. Во время работы «нейроны движения» организуют через пирамидный путь моторную активность, а «нейроны положения» через экстрапирамидную систему – формирование рабочей позы. В различных отделах ЦНС создается **функциональная система нервных центров**, обеспечивающая выполнение задуманной цели действия на основе анализа внешней информации, действующих в данный момент мотиваций и хранящихся в мозгу памятных следов двигательных навыков и тактических комбинаций. Возникающий комплекс нервных центров становится **рабочей доминантой**, которая имеет повышенную возбудимость, подкрепляется различными афферентными раздражениями и избирательно затормаживает реакции на посторонние раздражители. В пределах доминирующих нервных центров создается цепь условных и безусловных рефлексов или **двигательный динамический стереотип**, облегчающий последовательное выполнение одинаковых движений (в циклических упражнениях) или программы различных двигательных актов (в ациклических упражнениях).

Еще перед началом работы в коре больших полушарий происходит предварительное программирование и формирование преднастройки на предстоящее движение, которые отражаются в **различных формах изменений электрической активности**. Происходит избирательное увеличение межцентральных взаимосвязей корковых потенциалов, изменяется форма кривой, огибающей амплитуду колебаний ЭЭГ, появляются «меченые ритмы» ЭЭГ – потенциалы в темпе предстоящего движения, возникают условные отрицательные колебания или так называемые «волны ожидания», а также премоторные и моторные потенциалы.

В **спинном мозгу** за 60 мс перед началом двигательного акта повышается возбудимость мотонейронов, что отражается в нарастании амплитуды вызываемых в этот момент спинальных рефлексов (Н-рефлексов).

В мобилизации функций организма и их резервов значительна роль симпатической нервной системы, выделения гормонов гипофиза и надпочечников, нейропептидов.

В двигательном аппарате при работе повышаются возбудимость и лабильность работающих мышц, повышается чувствительность их проприорецепторов, растет температура и снижается вязкость мышечных волокон. В мышцах дополнительно открываются капилляры, которые в состоянии покоя находились в спавшемся состоянии, и улучшается кровоснабжение. Однако при больших статических напряжениях (более 30% максимального усилия) кровоток в мышцах резко затрудняется или вовсе прекращается из-за сдавливания кровеносных сосудов. Нервные импульсы, приходящие в мышцу с небольшой частотой, вызывают слабые одиночные сокращения мышечных волокон, а при повышении частоты – их более мощные тетанические сокращения.

Различные двигательные единицы (ДЕ) в целой скелетной мышце при длительных физических нагрузках вовлекаются в работу **попеременно**, восстанавливаясь в периоды отдыха, а при больших кратковременных напряжениях – включаются **синхронно**. В зависимости от мощности работы активируются разные ДЕ: при небольшой интенсивности работы активны лишь высоковозбудимые и менее мощные медленные ДЕ, а с повышением мощности работы – промежуточные и, наконец, маловозбудимые, но наиболее мощные быстрые ДЕ.

Дыхание значительно увеличивается при мышечной работе – растет глубина дыхания (до 2-3 л) и частота дыхания (до 40-60 вдохов в 1 мин). Минутный объем дыхания при этом может увеличиваться до 150-200 л • мин⁻¹. Однако большое потребление кислорода дыхательными мышцами (до 1 л • мин⁻¹) делает нецелесообразным предельное напряжение внешнего дыхания.

Сердечно – сосудистая система, участвуя в доставке кислорода работающим тканям, претерпевает заметные рабочие изменения. Увеличивается систолический объем крови (при больших нагрузках у спортсменов до 150-200 мл), нарастает ЧСС (до 180 уд • мин⁻¹ и более), растет минутный объем крови (у тренированных спортсменов до 35 л • мин⁻¹ и более). Происходит **перераспределение крови** в пользу работающих органов – главным образом, скелетных мышц, а также сердечной мышцы, легких, активных зон мозга – и снижение кровоснабжения внутренних органов и кожи. Перераспределение крови тем более выражено, чем больше мощность работы. Количество циркулирующей крови при работе увеличивается за счет ее выхода из кровяных депо. Увеличивается скорость кровотока, а время кругооборота крови снижается вдвое.

В системе крови наблюдается увеличение количества форменных элементов. Наблюдается **миогенный эритроцитоз** (до $5.5-6 \cdot 10^{12}$ л⁻¹) и **миогенный эритроцитоз** (увеличение в 2 раза). В зависимости от тяжести

работы проявляются различные стадии **миогенного лейкоцитоза**. Небольшие тренировочные нагрузки вызывают появление 1-ой стадии – лимфоцитарной с преобладанием в лейкоцитарной формуле лимфоцитов и ростом общего количества лейкоцитов до $10-12 \cdot 10^9 \cdot \text{мл}^{-1}$. Более значительные нагрузки, особенно в соревнованиях, вызывают появление 2-ой стадии или 1 -ой нейтрофильной с ростом количества нейтрофилов (особенно юных и палочкоядерных) и увеличением количества лейкоцитов до $16-18 \cdot 10^9 \cdot \text{л}^{-1}$. Истощающая нагрузка приводит к 3-ей стадии или 2-ой нейтрофильной с резким ростом количества лейкоцитов в крови до $20-50 \cdot 10^9 \cdot \text{л}^{-1}$ преобладанием незрелых форм нейтрофилов и исчезновением других форм лейкоцитов (эозинофилов, базофилов).

При работе увеличивается отдача кислорода из крови в ткани. Соответственно, становится **больше артерио-венозная разность по кислороду и коэффициент использования кислорода**.

Рост кислородного долга при передвижениях спортсменов на средних и длинных дистанциях **сопровождается увеличением в крови концентрации молочной кислоты и снижением pH крови**. В связи с потерей воды и увеличением количества форменных элементов **повышение вязкости крови** постигает 70%.

При циклических упражнениях различной длительности с увеличением дистанции снижаются единичные энерготраты (ккал в 1 с) и растут суммарные энерготраты (до 2-3 ккал на всю работу), а анаэробный путь энергопродукции (за счет АТФ, КрФ и гликолиза) сменяется постепенно аэробным путем (за счет окисления углеводов, а затем и жиров).

3.2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СДВИГИ ПРИ НАГРУЗКАХ ПОСТОЯННОЙ МОЩНОСТИ

Функциональные изменения в организме спортсмена зависят от характера физической нагрузки. Если работа совершается с относительно постоянной мощностью (что характерно для циклических упражнений, выполняемых на средних, длинных и сверхдлинных дистанциях), то степень функциональных сдвигов зависит от уровня ее мощности. Чем больше мощность работы, тем больше потребление кислорода в единицу времени, минутный объем крови и дыхания, ЧСС, выброс катехоламинов. Эти изменения имеют индивидуальные особенности, связанные с генетическими свойствами организма: у некоторых лиц реакция на нагрузку сильно выражена, а у других – незначительна. Функциональные сдвиги также зависят от уровня работоспособности и спортивного мастерства. Имеются также половые и возрастные различия. При одинаковой мощности мышечной работы функциональные сдвиги больше у менее подготовленных лиц, а также у женщин по сравнению с мужчинами и у детей по сравнению со взрослыми.

Особенно следует отметить **прямо пропорциональную зависимость между мощностью работы и ЧСС**, которая у взрослых тренированных лиц наблюдается в диапазоне от 130 до 180 уд/мин, а у пожилых – от 110 до 150-160 уд · мин. Эта закономерность позволяет контролировать мощность работы спортсменов на дистанции (например, у пловцов, бегунов, лыжников с помощью кардиотелескопов), а также она лежит в основе различных тестов физической работоспособности, так как регистрация ЧСС наиболее доступна в естественных условиях двигательной деятельности.

3.3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СДВИГИ ПРИ НАГРУЗКАХ ПЕРЕМЕННОЙ МОЩНОСТИ

Работа переменной мощности особенно характерна для спортивных игр и единоборств, она наблюдается и при стандартных ациклических упражнениях – в гимнастике, акробатике, фигурном катании и др., а также при рывках, спуртах, финишировании в циклических упражнениях.

Каждое изменение мощности работы требует нового сдвига активности различных органов и систем организма спортсмена. При этом быстрые изменения в деятельности ЦНС и двигательного аппарата, не могут сопровождаться столь же быстрыми перестройками вегетативного обеспечения работы. На этот переходный процесс затрачивается некоторое время, так называемое **время задержки**. В это время ткани организма испытывают недостаточность кислородного снабжения и возникает кислородный долг. Чем больше спортсмен адаптирован к работе переменной мощности, тем меньше у него время задержки, т.е. быстрее возникают сдвиги дыхания, кровообращения, энерготратах и накапливается меньший кислородный долг. Вегетативные системы у адаптированных спортсменов становятся более лабильными – они легче повышают функциональную активность при повышении мощности работы и быстрее успевают восстанавливаться при каждом ее снижении, даже в процессе работы. Важно при этом, что восстановление по ходу работы не доводит функциональные показатели до уровня покоя, а сохраняет их на некотором оптимальном уровне. Например, ЧСС в процессе игры в баскетбол колеблется в диапазоне от 130 до 180 уд·мин⁻¹. У фехтовальщиков в ходе тренировочных индивидуальных уроков или соревновательных поединков каждая отдельная микропауза позволяет несколько снять высокий уровень нервно-эмоциональной напряженности и немного восстановить функции дыхания и кровообращения, но при этом сохраняется необходимый рабочий уровень их показателей и не удлиняется время реакции.

Для тестирования адаптации спортсменов к работе переменной мощности используют физические нагрузки (степт-тест, велоэргометрический тест), в которых в случайном порядке или с определенной закономерностью варьируют мощность работы и при этом регистрируют ЧСС (или другие физиологические показатели). Расчет корреляции ЧСС и мощности нагрузки позволяет судить о приспособленности организма конкретного спортсмена к данной работе.

3.4. ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ

Знание основных закономерностей функциональных сдвигов организма человека при мышечной работе позволяет их использовать для решения многих прикладных задач, в частности – для физиологии спорта. Среди важнейших физиологических критериев, определяющих адаптированность организма спортсмена к физическим нагрузкам и текущий уровень работоспособности можно отметить следующие.

Скорость перестройки деятельности отдельных органов и систем организма от уровня покоя на оптимальный рабочий уровень и скорость обратного перехода к уровню покоя, что характеризует хорошую приспособленность организма спортсменов к физическим нагрузкам.

Длительность удержания рабочих сдвигов различных функций на оптимальном рабочем уровне, что определяет адаптацию к работе постоянной мощности.

Величина функциональных сдвигов при одинаковой работе, по которой можно оценивать более высокую подготовленность спортсмена по более экономному выполнению нагрузки.

Тесное **соответствие перестроек** вегетативных функций переменному характеру работы, что характеризует адаптацию к работе переменной мощности.

Прямо пропорциональная зависимость между уровнем потребления кислорода, ЧСС, минутного объема дыхания и кровообращения, с одной стороны, и мощностью работы, с другой стороны, которая позволяет использовать различные нагрузочные тесты с регистрацией данных показателей для оценки работоспособности спортсменов.

4. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЙ ОРГАНИЗМА ПРИ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В ходе систематической тренировки в организме спортсмена *возникает ряд различных функциональных состояний, тесно взаимосвязанных друг с другом*, где каждое предыдущее влияет на протекание последующего. До начала работы у спортсмена возникает *предстартовое и собственно стартовое состояние*, к которым присоединяется влияние *разминки*; от качества разминки и характера предстартового состояния зависит скорость и эффективность *вработывания* в начале работы, а также наличие или отсутствие *мертвой точки*. Эти процессы определяют, в свою очередь, степень выраженности и длительность *устойчивого состояния*, а от него зависит скорость наступления и глубина развития *усталости*, что далее обуславливает особенности процессов *восстановления*. В зависимости от успешности протекания восстановительных процессов у спортсмена перед началом следующего тренировочного занятия или соревнования проявятся те или иные формы предстартовых реакций, что опять-таки будет определять последующую двигательную деятельность.

4.1. РОЛЬ ЭМОЦИЙ ПРИ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В регуляции функциональных состояний, которые являются базой двигательной деятельности человека, принимают участие различные психологические, нервные и гуморальные механизмы: потребности, основные источники активности; мотивы, побуждающие к удовлетворению этих потребностей; эмоции, подкрепляющие деятельность; речевая регуляция (самоорганизация и самомобилизация); гормональные влияния — выделение гормонов гипофиза, надпочечников и др.

4.1.1. ЗНАЧЕНИЕ ЭМОЦИЙ

Спортивная деятельность, и, в первую очередь, выступления на соревнованиях, вызывает в организме спортсмена двоякого рода влияния:

- *физическое напряжение*, связанное с осуществлением нагрузочной мышечной работы;
- *эмоционально-психическое напряжение*, вызываемое экстремальными раздражителями (стрессорами).

К последним относятся 3 фактора:

- *большой объем информации* поступающий к спортсмену, который создает информационную перегрузку (особенно, в игровых видах спорта, единоборствах, скоростном спуске на лыжах горит, п.);
- необходимость перерабатывать информацию *в условиях дефицита времени*;
- *высокий уровень мотивации* — социальной значимости принимаемых спортсменом решений.

При осуществлении этих процессов огромна роль эмоций.

Эмоции представляют собой *личностное отношение человека к окружающей среде и себе*, которое определяется его потребностями и мотивами. Их значение в поведении заключается в *оценочном влиянии на деятельность специфических систем организма (сенсорных и моторных)*. Эмоции обеспечивают *избирательное поведение* человека в ситуации со многими выборами, подкрепляя определенные пути решения задач и способы действий.

В спорте они постоянно сопровождают спортсменов, которые испытывают «мышечную радость», «спортивную злость», «горечь поражения» и «радость победы». Эмоции ярко проявляются в предстартовом состоянии, а также во время спортивной борьбы, являются важным компонентом в процессе тактического мышления. Эмоциональный настрой увеличивает максимальную произвольную силу и скорость локомоций.

4.1.2. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭМОЦИЙ

Эмоции подразделяют на *низшие* (имеющиеся и у животных) и *высшие*, связанные с социальными аспектами жизни человека (интеллектуальные, моральные, эстетические), его сознательным поведением и познавательной деятельностью — интересами, сознаваемыми и несознаваемыми мотивами (побуждениями, влечениями), чувствами, поисками информации. Они возникают при недостаточном удовлетворении потребностей, при расхождении необходимой и реальной информации.

В возникновении эмоций участвуют некоторые отделы коры больших полушарий и подкорковые образования — нижние и внутренние поверхности больших полушарий (поясная извилина, гиппокамп), некоторые ядра таламуса, гипоталамус, сетевидное образование срединных отделов ствола мозга. Эти образования представляют собой так называемый *лимбико-ретикулярный комплекс*, который совместно с высшими отделами коры формирует эмоции человека.

Эмоциональные реакции включают *двигательные, вегетативные и эндокринные проявления*: изменения дыхания, частоты сердечных сокращений, артериального давления, деятельности скелетных и мимических мышц, выделение гормонов — адренокортикотропного гормона гипофиза, адреналина, норадреналина и кортикоидов, выделяемых надпочечниками.

Различают эмоции положительные и отрицательные. При электрических раздражениях в опытах на животных и при лечебных процедурах в клинике у человека были обнаружены *центры удовольствия* (в

гипоталамусе, среднем мозге) и *неудовольствия* (в некоторых областях таламуса). Больные при раздражении этих центров испытывали «беспричинную радость», «беспредметную тоску», «безотчетный страх».

Включаясь в сложные психические процессы, эмоции участвуют в принятии решений, обеспечивают так называемое эвристическое мышление при внезапных открытиях у человека, подкрепляя его «озарение». У детей 2-3 лет в отличие от взрослых эмоциональная окраска слов имеет большее значение, чем их смысловой компонент.

Эмоции являются механизмом регуляции интенсивности движений, вызывая мобилизацию функциональных резервов организма в экстремальных ситуациях. Это особенно наглядно проявляется в соревновательных условиях, когда результативность выступлений спортсмена превышает его достижения на тренировочных занятиях. Одиночное выполнение работы, при обычной мотивации, всегда менее длительно и менее эффективно, чем при соревновании с другим и лицами, при повышенной мотивации (рис.26). Способность к мобилизации функциональных резервов при повышенной мотивации в наибольшей мере присуща опытным квалифицированным спортсменам, в то же время нетренированные лица чаще всего исчерпывают резервы своего организма уже при обычной мотивации.

Значительные нервно-психические напряжения при спортивной деятельности приводят к резкому усилению эмоциональных реакций, обуславливая эмоциональный стресс у спортсменов, а при чрезмерном воздействии вызывают негативные проявления эмоций — дистресс (ухудшение функционального состояния и активности организма, снижение иммунитета).

В формировании эмоций и эмоциональных стрессов участвует *особый класс биологических регуляторов — нейропептиды* (энкефалины, эндорфины, опиатные пептиды). Они представляют собой осколки белковых молекул — короткие аминокислотные цепочки. Нейропептиды распределены широко и неравномерно в различных отделах головного и спинного мозга. Действуя в области контактов между нейронами, они способны усиливать или угнетать их функции, обеспечивая обезболивающий эффект, улучшая память и формирование двигательных навыков, изменяя сон и температуру тела, снимая тяжелые состояния при алкоголизме — абстиненции. Их концентрация в нервной системе уменьшается при ограничениях двигательной активности и увеличивается при эмоциональных реакциях, стрессах. Обнаружено, в частности, что у спортсменов в соревновательных условиях концентрация нейропептидов в 5-6 раз превышает их обычное содержание у нетренированных лиц.

4.2. ПРЕДСТАРТОВЫЕ СОСТОЯНИЯ

Предстартовые состояния возникают задолго до выступления, за несколько дней и недель до ответственных стартов. Возникает мысленная настройка на соревнование, повышенная мотивация, растет двигательная активность во время сна, повышается обмен веществ, увеличивается мышечная сила, в крови повышается содержание гормонов, эритроцитов и гемоглобина.

Эти проявления усиливаются за несколько часов до старта и еще более за несколько минут перед началом работы, когда возникает собственно стартовое состояние.

4.2.1. ФОРМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ПРЕДСТАРТОВЫХ СОСТОЯНИЙ

Предстартовые состояния возникают по механизму условных рефлексов. Физиологические изменения возникают на условные сигналы, которыми являются раздражители, сопутствующие предшествующим занятиям (вид стадиона, спортивного зала, наличие соперников, спортивная форма и др.).

В мозгу человека перед выполнением какого-либо произвольного действия появляются определенные сдвиги. Возникает замысел и план предстоящего действия. Происходят изменения электрической активности в коре больших полушарий — усиливаются межцентральные взаимосвязи, изменяется амплитуда потенциалов и огибающая их кривая, появляется отражающая подготовительные процессы условная негативная волна (так называемая «волна ожидания»), наблюдаются медленные потенциалы в темпе предстоящего движения («меченые ритмы» ЭЭГ), в моторной коре возникают так называемые премоторные и моторные потенциалы. Все эти изменения отражают *подготовку мозга к предстоящему действию* и вызывают сопутствующие вегетативные сдвиги и изменения моторной системы, т.е. *происходит актуализация рабочей доминанты со всеми ее моторными и вегетативными компонентами.*

Различают предстартовые изменения двух видов – неспецифические (при любой работе) и специфические (связанные со спецификой предстоящих упражнений).

К числу неспецифических изменений относят 3 формы предстартовых состояний: боевую готовность, предстартовую лихорадку и предстартовую апатию.

Боевая готовность *обеспечивает наилучший психологический настрой и функциональную подготовку спортсменов к работе.* Наблюдается оптимальный уровень физиологических сдвигов — повышенная возбудимость нервных центров и мышечных волокон, адекватная величина поступления глюкозы в кровь из печени, благоприятное превышение концентрации норадреналина над адреналином, оптимальный усиление частоты и глубины дыхания и частоты сердцебиений, укорочение времени двигательных реакций.

В случае возникновения предстартовой лихорадки **возбудимость мозга чрезмерно повышена**, что вызывает нарушение тонких механизмов межмышечной координации, излишние энерготраты и преждевременный дорабочий расход углеводов, избыточные кардиореспираторные реакции. При этом у спортсменов отмечена повышенная нервозность, возникают фальстарты, а движения начинаются в неоправданно быстром темпе и вскоре приводят к истощению ресурсов организма.

В противоположность этому, состояние предстартовой апатии **характеризуется недостаточным уровнем возбудимости центральной нервной системы**, увеличением времени двигательной реакции, невысокими изменениями в состоянии скелетных мышц и вегетативных функций, подавленностью и неуверенностью в своих силах спортсмена. В процессе длительной работы негативные сдвиги состояний лихорадки и апатии могут преодолеваются, но при кратковременных упражнениях такой возможности нет.

Специфические предстартовые реакции отражают особенности предстоящей работы. Например, функциональные изменения в организме выше перед бегом на короткие дистанции по сравнению с предстоящим бегом на длинные дистанции; они больше перед соревнованиями по сравнению с обычной тренировкой. В коре больших полушарий больше активируются те зоны, которые должны вовлекаться в работу; перед циклическими упражнениями возникают колебания потенциалов в темпе предстоящего движения.

4.2.2. РЕГУЛЯЦИЯ ПРЕДСТАРТОВЫХ СОСТОЯНИЙ

Чрезмерные предстартовые реакции снижаются у спортсменов по мере привыкания к соревновательным условиям.

На формы проявления предстартовых реакций оказывает влияние тип **нервной системы**: у спортсменов с сильными уравновешенными нервными процессами — сангвиников и флегматиков чаще наблюдается боевая готовность, у холериков — предстартовая лихорадка; меланхолики в трудных ситуациях подвержены предстартовой апатии.

Умение тренера провести необходимую беседу, переключить спортсмена на другой вид деятельности способствует оптимизации предстартовых состояний. Используют для этого и массаж. Однако наибольшее регулирующее воздействие оказывает правильно проведенная разминка. В случае предстартовой лихорадки необходимо проводить разминку в невысоком темпе, подключить глубокие ритмичные дыхания (гипервентиляцию), так как дыхательный центр оказывает мощное нормализующее влияние на кору больших полушарий. При апатии, наоборот, требуется проведение разминки в быстром темпе для повышения возбудимости в нервной и мышечной системах.

4.3. РАЗМИНКА И ВРАБАТЫВАНИЕ

В подготовке организма к предстоящей работе очень велика роль разминки, так как здесь к условнорефлекторному механизму предстартовых состояний подключаются безусловнорефлекторные реакции, вызванные работой мышц.

4.3.1. РАЗМИНКА

Различают общую и специальную часть разминки.

Общая разминка неспецифична. Она направлена на повышение функционального состояния организма и создание оптимального возбуждения центральных и периферических звеньев двигательного аппарата. Еще до начала работы создаются условия для формирования новых двигательных навыков и наилучшего проявления физических качеств. Разогревание мышц снижает их вязкость, повышает гибкость суставно-связочного аппарата, способствует отдаче тканям кислорода из оксигемоглобина крови, активирует ферменты и ускоряет протекание биохимических реакций. Однако разминка не должна доводить спортсмена до выраженного утомления и вызывать повышение температуры тела выше 38° С, что вызовет отрицательный эффект.

Специальная часть разминки обеспечивает специфическую подготовку к предстоящей работе именно тех нервных центров и скелетных мышц, которые несут основную нагрузку. Происходит оживление рабочих доминант и созданных на их базе двигательных динамических стереотипов, вегетативные сдвиги достигают уровня, необходимого для быстрого вхождения в работу.

Оптимальная длительность разминки составляет 10-30 мин, а интервал до работы не должен превышать 15 мин, после чего эффект разминки снижается.

4.3.2. ВРАБАТЫВАНИЕ

Периоды покоя и работы характеризуются относительно устойчивым состоянием функций организма, с отлаженной их регуляцией. Между ними имеются 2 переходных периода — вработывания (от покоя к работе) и восстановления (от работы к покою).

Период вработывания отсчитывают от начала работы до появления устойчивого состояния. Во время вработывания осуществляются 2 процесса:

- переход организма на рабочий уровень;
- сонастройка различных функций.

Врабатывание различных функций отличается гетерохронностью, т.е. разновременностью, и увеличением вариативности их показателей.

Сначала и очень быстро врабатываются двигательные функции, а затем более инертные вегетативные. Из вегетативных показателей быстрее всего нарастают до рабочего уровня частотные параметры — частота сердечных сокращений и дыхания, затем объемные характеристики — ударный и минутный объемы крови, глубина вдоха и минутный объем дыхания. За их перестройками следует рост потребления кислорода и, позже всего, налаживание терморегуляции (этот момент сопровождается потоотделением). Инерция вегетативных сдвигов связана, в частности, тем, что в начальные моменты работы мощная моторная доминанта оказывает отрицательное (тормозное) влияние на вегетативные центры.

Более быстрое врабатывание наблюдается у более квалифицированных спортсменов, в более молодом возрасте (у подростков) и в период спортивной формы у спортсмена.

Увеличение вариативности отражает поиски различными функциями рабочего уровня сдвигов, адекватного для данного упражнения. Анализ длительности сердечных циклов и дыхательных циклов показывает их большой разброс в этот трудный для организма переходный период. С переходом к устойчивому состоянию при работе постоянной мощности вариативность функций снижается. Например, коэффициент вариации длительности сердечных циклов составляет у бегунов-разрядников в покое 5-10%, при врабатывании — 25-30%, в устойчивом состоянии — 2-4%.

Период врабатывания может завершаться появлением «мертвой точки». Она возникает у недостаточно подготовленных спортсменов в результате **дискоординации двигательных и вегетативных функций**. При слишком интенсивных движениях и замедленной перестройке вегетативных процессов нарастает заметный кислородный долг, возникает тяжелое субъективное состояние. Происходит рост содержания лактата в крови, рН крови снижается до 7,2 и менее. У спортсмена наблюдаются одышка и нарушения сердечного ритма (аритмия, экстрасистолия), уменьшается жизненная емкость легких. В ЭМГ увеличивается амплитуда потенциалов работающих мышц, в ЭЭГ развивается десинхронизация активности. В этот период работоспособность резко падает. Она возрастает лишь после волевого преодоления «мертвой точки», когда открывается «второе дыхание», или в результате снижения интенсивности работы. Подобное состояние может неоднократно повторяться во время длительной работы при повышении ее мощности, неадекватных возможностям спортсмена.

4.4. УСТОЙЧИВОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЯХ

При длительной циклической работе относительно постоянной мощности (в зонах большой и умеренной мощности, частично субмаксимальной мощности) в организме спортсмена возникает устойчивое состояние (steady state), которое продолжается от момента завершения врабатывания до начала утомления.

4.4.1. ВИДЫ УСТОЙЧИВОГО СОСТОЯНИЯ

По характеру снабжения организма кислородом выделяют 2 вида устойчивого состояния.

- Кажущееся (или ложное) устойчивое состояние (при работе большой и субмаксимальной мощности), когда спортсмен достигает уровня максимального потребления кислорода, но это **потребление не покрывает высокого кислородного запроса и образуется значительный кислородный долг**.
- Истинное устойчивое состояние при работе умеренной мощности, когда **потребление кислорода соответствует кислородному запросу, и кислородный долг почти не образуется**.

4.4.2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УСТОЙЧИВОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЯХ

За исключением кратковременных циклических упражнений максимальной мощности, во всех других зонах мощности после окончания врабатывания устанавливается устойчивое состояние. При этом мощность работы, несмотря на некоторые отклонения, практически близка к постоянной. Такое состояние характеризуется следующими особенностями.

- **Мобилизация** всех систем организма на высокий рабочий уровень (главным образом, кардиореспираторной системы и системы крови, обеспечивающих достижение МПК).
- **Стабилизация** множества показателей, влияющих на спортивные результаты — длины и частоты шагов, амплитуды колебаний общего центра масс, частоты и глубины дыхания, частоты сердечных сокращений, уровня потребления кислорода и пр. (хотя некоторые показатели могут монотонно возрастать, например, температура тела, или снижаться, например, оксигенация крови).
- **Согласование** работы различных систем организма, которое сменяет их дискоординацию в период врабатывания — например, устанавливается определенное соотношение темпа дыхания и движения (1:1, 1:3 и др.).

У тренированных спортсменов выраженность устойчивого состояния и КПД работы больше, чем у нетренированных лиц. Оно у них дольше продолжается.

4.5. ОСОБЫЕ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ПРИ АЦИКЛИЧЕСКИХ, СТАТИЧЕСКИХ И

УПРАЖНЕНИЯХ ПЕРЕМЕННОЙ МОЩНОСТИ

Различные виды стандартных ациклических упражнений, а также ситуационных упражнений характеризуется переменной мощностью работы, т.е. отсутствием классических форм устойчивости состояния.

4.5.1. ОСОБЫЕ СОСТОЯНИЯ ПРИ СТАНДАРТНЫХ АЦИКЛИЧЕСКИХ И СТАТИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЯХ

Выполнение различных упражнений в гимнастике, прыжках в воду, тяжелой атлетике, метаниях, прыжках в длину, в высоту, с шестом, стрельбе и т. п. весьма кратковременны. В отличие от длительных циклических упражнений здесь невозможно достижение устойчивого состояния по потреблению кислорода и другим физиологическим показателям.

Однако *повторная работа* в этих видах спорта вызывает своеобразное проявление процесса вработывания и последующей стабилизации функций. Каждое предыдущее выполнение упражнения служит разминкой для последующего и вызывает вработывание организма с постепенным нарастанием функциональных сдвигов, вплоть до необходимого рабочего уровня с повышением КПД работы.

4.5.2. ОСОБЫЕ СОСТОЯНИЯ ПРИ СИТУАЦИОННЫХ УПРАЖНЕНИЯХ

В спортивных играх и единоборствах (бокс, борьба, фехтование) деятельность спортсмена характеризуется не только изменением текущей ситуации, но и переменной мощностью работы. Несмотря на различные виды стандартных ациклических упражнений, а также ситуационных упражнений характеризуются переменной мощностью работы, т. е. отсутствием классических форм устойчивого состояния постоянные изменения мощности, после прохождения вработывания различные соматические и вегетативные показатели устанавливаются в пределах некоторого оптимального рабочего диапазона. Например, при игре в баскетбол ЧСС держится в пределах 130-180 уд.·мин⁻¹. Хотя на уровень 180 уд.·мин⁻¹ этот показатель поднимается лишь в отдельных эпизодах игры, зато он не снижается менее 130 уд.·мин⁻¹ в моменты игровых пауз. Поддержание этого оптимального диапазона функциональных возможностей требует необходимых затрат энергии и произвольных усилий. У каждого спортсмена имеется индивидуальная длительность непрерывного сохранения такого состояния.

Оптимальная доза непрерывной работы зависит от врожденных особенностей, уровня спортивного мастерства, технической или тактической направленности тренировочного занятия, интенсивности деятельности и пр. причин. Фехтовальщики, например, используют различные микропаузы для некоторого восстановления функций организма. Эти паузы не должны быть длительными, чтобы не снизить достигнутый рабочий уровень (чтобы не увеличилось время двигательной реакции, не повысилась его вариативность, не снизилась точность уколов). Зато эти паузы позволяют избежать быстрого наступления утомления, сохранить высокий уровень внимания, несколько восстановить двигательные и вегетативные функции.

5. ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СПОРТСМЕНА

Физическая работоспособность спортсмена является выражением жизнедеятельности человека, имеющим в своей основе движение, универсальность которого была блестяще охарактеризована еще И. М. Сеченовым. Она проявляется в различных формах мышечной деятельности и зависит от способности и готовности человека к физической работе.

В настоящее время физическая работоспособность наиболее широко исследуется в спортивной практике, представляя несомненный интерес для специалистов как медико-биологического, так и спортивно-педагогического направлений. Физическая работоспособность — одна из важнейших составляющих спортивного успеха. Это качество является также определяющим во многих видах производственной деятельности, необходимым в повседневной жизни, тренируемым и косвенно отражающим состояние физического развития и здоровья человека, его пригодность к занятиям физической культурой и спортом.

5.1. ПОНЯТИЕ О ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЮ

Термин «физическая работоспособность» употребляется достаточно широко, однако ему не дано пока единого, теоретически и практически обоснованного определения. Предложенные определения работоспособности (Виноградов М.И., 1969; Косилов С.А., 1965; Карпман В.Л., 1974; Аулик И.В., 1977; Astrand P., 1954; Lehman G., 1967, и др.), по мнению ряда специалистов, нередко носят односторонний характер и не всегда учитывают при этом функциональное состояние организма и эффективность труда.

С учетом изложенного, В.П. Загрядский и А.С. Егоров (1971) уже предлагают определять работоспособность как способность человека совершать конкретную деятельность в рамках заданных параметров времени и эффективности труда. При этом авторы считают, что работоспособность следует оценивать по критериям профессиональной деятельности и состояния функций организма, другими словами, с помощью прямых и косвенных ее показателей.

Развивая дальше эти представления и проводя многочисленные обследования специалистов различного профиля деятельности, И. А. Сапов, А.С. Солодков, В.С. Щеголев и В.И. Кулешов (1976, 1986) вносят некоторые дополнения в определение работоспособности человека, и главное — уточняют характер прямых показателей, обосновывают и предлагают небольшой комплекс информативных косвенных констант и вводят количественный интегральный показатель для оценки работоспособности. Под последней авторы понимают способность человека выполнять в заданных параметрах и конкретных условиях профессиональную деятельность, сопровождающуюся обратимыми, в сроки регламентированного отдыха, функциональными изменениями в организме.

Адаптируя приведенное выше определение работоспособности к практике спорта, следует указать, что прямые показатели у спортсменов позволяют оценивать их спортивную деятельность как с количественной (метры, секунды, килограммы, очки и т.д.), так и с качественной (надежность и точность выполнения конкретных физических упражнений) стороны. С этой точки зрения все методики исследования прямых показателей работоспособности подразделяются на количественные, качественные и комбинированные. С помощью комбинированных методик исследования можно оценивать как производительность, так и надежность и точность спортивной деятельности.

К косвенным критериям работоспособности относят различные клинико-физиологические, биохимические и психофизиологические показатели, характеризующие изменения функций организма в процессе работы. Другими словами, косвенные критерии работоспособности представляют собой реакции организма на определенную нагрузку и указывают на то, какой физиологической ценой для человека обходится эта работа, т.е. чем, например, организм спортсмена расплачивается за достигнутые секунды, метры, килограммы и т.д. Кроме этого, установлено, что косвенные показатели работоспособности в процессе труда ухудшаются значительно раньше, чем ее прямые критерии. Это дает основание использовать различные физиологические методики для прогнозирования работоспособности человека, а также для выяснения механизмов адаптации к конкретной профессиональной деятельности, оценке развития утомления и анализа других функциональных состояний организма.

При оценке работоспособности и функционального состояния человека необходимо также учитывать его субъективное состояние (усталость), являющееся довольно информативным показателем. Ощущая усталость человек снижает темп работы или вовсе прекращает ее. Этим самым предотвращается функциональное истощение различных органов и систем и обеспечивается возможность быстрого восстановления работоспособности человека. А.А. Ухтомский считал ощущение усталости одним из наиболее чувствительных показателей снижения работоспособности и развития утомления. Он писал: «Так называемые субъективные показания столь же объективны, как и всякие другие для того, кто умеет их понимать и расшифровывать. Физиолог более чем кто-либо знает, что за всяким субъективным переживанием кроется физико-химическое событие в организме» (Ухтомский А.А., Собр. соч.-Л., 1952. Т.3. С. 134).

Обобщенные данные по оценке работоспособности человека с учетом его субъективного и функционального состояния, прямых и косвенных показателей работоспособности представлены в таблице 6, составленной И.А. Саповым, А.С. Солодковым, В.С. Щеголевым и В.И. Кулевым (1986). Располагая такими

данными и сопоставляя их с фактически наблюдаемыми сдвигами у человека в период любой его деятельности, можно с достаточной достоверностью судить о динамике работоспособности, утомления и переутомления и при необходимости рекомендовать проведение соответствующих оздоровительных мероприятий.

5.2. ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Определение уровня физической работоспособности у человека осуществляется путем применения тестов с максимальными и субмаксимальными мощностями физических нагрузок. Все тесты, о которых в дальнейшем пойдет речь, хорошо и подробно изложены в специальных пособиях В.Л. Карпмана с соавторами, 1988; И.А. Аулика, 1990 и др., и в данном разделе они не будут детально рассматриваться, а будут изложены лишь общие принципы тестирования и их физиологическая характеристика.

Таблица 6

Схема оценки работоспособности

Периоды работоспособности	Субъективное состояние	Клинико-физиологические показатели	Психофизиологические показатели	Профессиональная работоспособность	Функциональное состояние организма	Степень снижения работоспособности по интегральному критерию
Врабатывание	Улучшается	Улучшаются	Улучшаются	Улучшается	Нормальное состояние утомления	До 16%
Стабильная работоспособность	Хорошее	Устойчивость показателей	Устойчивость показателей	Сохраняется на стабильном уровне		
Неустойчивая работоспособность	Ухудшается	Разнонаправленные сдвиги вегетативных функций. Ухудшение показателей функциональных проб	Разнонаправленные сдвиги показателей; некоторые константы не изменяются	Незначительное снижение	Переходное состояние	16-19%
Прогрессирующее снижение работоспособности	Постоянное ощущение усталости, не проходящее после дополнительного отдыха	Однонаправленное ухудшение всех показателей, величины которых могут выходить за пределы физиологических колебаний. При функциональных пробах – значительное снижение показателей, а также появление атипичных реакций	Однонаправленное ухудшение всех показателей. Признаки неврастенических состояний	Выраженное снижение, появление грубых ошибок в работе	Патологическое состояние переутомления	Более 19%

В тестах с максимальными мощностями физических нагрузок испытуемый выполняет работу с прогрессивным увеличением ее мощности до истощения (до отказа). К числу таких проб относят тест Vita Maxima, тест Новакки и др. Применение этих тестов имеет и определенные недостатки: во-первых, пробы небезопасны для испытуемых и потому должны выполняться при обязательном присутствии врача, и, во-вторых, момент произвольного отказа – критерий очень субъективный и зависит от мотивации испытания и других факторов.

Тесты с субмаксимальной мощностью нагрузок осуществляются с регистрацией физиологических показателей во время работы или после ее окончания. Тесты данной группы технически проще, но их показатели зависят не только от проделанной работы, но и от особенностей восстановительных процессов. К их числу относятся хорошо известные пробы С.П. Летунова, Гарвардский степ-тест, тест Мастера и др. Принципиальная особенность этих проб заключается в том, что между мощностью мышечной работы и длительностью ее выполнения имеется обратно пропорциональная зависимость, и с целью определения физической работоспособности для таких случаев построены специальные номограммы.

В практике физиологии труда, спорта и спортивной медицины наиболее широкое распространение получило тестирование физической работоспособности по ЧСС. Это объясняется в первую очередь тем, что ЧСС является легко регистрируемым физиологическим параметром. Не менее важно и то, что ЧСС линейно связана с мощностью внешней механической работы, с одной стороны, и количеством потребляемого при нагрузке

кислорода – с другой.

Анализ литературы, посвященной проблеме определения физической работоспособности по ЧСС, позволяет говорить о следующих подходах. Первый, наиболее простой, заключается в измерении ЧСС при выполнении физической работы какой-то определенной мощности (например, 1000 кГм·мин⁻¹). Идея тестирования физической работоспособности в данном случае состоит в том, что выраженность учащения сердцебиения обратно пропорциональна физической подготовленности человека, т.е. чем чаще сердечный ритм при нагрузке такой мощности, тем ниже работоспособность человека, и наоборот.

Второй подход состоит в определении той мощности мышечной работы, которая необходима для повышения ЧСС до определенного уровня. Такой подход является наиболее перспективным. Вместе с тем он технически более сложен и требует серьезного физиологического обоснования.

Сложности физиологического обоснования такого подхода к тестированию физической работоспособности обусловлены несколькими моментами: возможными предпатологическими изменениями сердечно-сосудистой системы; различными типами кровообращения, при которых одинаковое кровоснабжение мышц может обеспечиваться различной величиной ЧСС; неодинаковой физиологической ценой учащения сердечной деятельности при физических нагрузках, определяемой так называемым законом исходных величин и т. д.

Среди спортсменов эти различия в значительной степени сглаживаются сходством возраста, хорошим здоровьем, тенденцией к брадикардии в покое, расширением функциональных резервов сердечно-сосудистой системы и возможностей их использования при физических нагрузках. Это обстоятельство, по-видимому, определило использование в современном спорте теста PWC170 (PWC – это первые буквы английского термина «физическая работоспособность» – Physical Working Capacity), который ориентирован на достижение определенной ЧСС (170 сердечных сокращений в 1 минуту). Испытуемому предлагается выполнение на велоэргометре или в степ-тесте 2-х пятиминутных нагрузок умеренной мощности с интервалом 3 мин, после которых измеряют ЧСС. Расчет показателя PWC, та производится по следующей формуле:

$$PWC_{170} = W_2 + (W_2 - W_1) \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1}$$

где: W_1 и W_2 – мощность первой и второй нагрузки;
 f_1 и f_2 – ЧСС в конце первой и второй нагрузки.

В настоящее время считается общепринятым, что ЧСС равная 170 уд.мин⁻¹, с физиологической точки зрения характеризует собой начало оптимальной рабочей зоны функционирования кардиореспираторной системы, а с методической – начало выраженной нелинейности на кривой зависимости ЧСС от мощности физической работы. Существенным физиологическим доводом в пользу выбора уровня ЧСС в данной пробе служит и тот факт, что при частоте пульса больше 170 уд.мин⁻¹ рост минутного объема крови если и происходит, то уже сопровождается относительным снижением систолического объема крови.

Проба PWC170 рекомендована Всемирной организацией здравоохранения для оценки физической работоспособности человека. Перспективы использования этой пробы в спорте очень широки, так как принцип ее пригоден для определения как общей, так и специальной работоспособности спортсменов.

Другой широко распространенной пробой является разработанный в США Гарвардский степ-тест. Этот тест рассчитан на оценку работоспособности у здоровых молодых людей, так как от исследуемых лиц требуется значительное напряжение. Гарвардский тест заключается в подъемах на ступеньку высотой 50 см для мужчин и 41 см для женщин в течение 5 минут в темпе 30 подъемов в 1 мин (2 шага в 1 с). После окончания работы в течение 30 с второй минуты восстановления подсчитывают количество ударов пульса и вычисляют индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ) по формуле:

$$ИГСТ = \frac{\text{Продолжительность работы (с)} \cdot 100}{5.5 \cdot \text{Число ударов пульса (с}^{-1}\text{)}}$$

Более точно можно рассчитать ИГСТ, если пульс считать 3 раза – в первые 30 секунд 2-й, 3-й и 4-й минут восстановления. В этом случае ИГСТ вычисляют по формуле:

$$ИГСТ = \frac{t \cdot 100}{(f_1 + f_2 + f_3) \cdot 2}$$

где: t – время восхождения на ступеньку (с),
 f_1, f_2, f_3 – число пульсовых ударов за 30 с 2-й, 3-й и 4-й мин восстановления.

Оценку работоспособности проводят по таблице 7.

Одним из распространенных и точных методов является определение физической работоспособности по величине максимального потребления кислорода (МПК). Этот метод высоко оценивает Международная биологическая программа, которая рекомендует для оценки физической работоспособности использовать информацию о величине аэробной производительности.

Как известно, величина потребляемого мышцами кислорода эквивалентна производимой ими работе.

Следовательно, потребление организмом кислорода возрастает пропорционально мощности выполняемой работы. МПК характеризует собой то предельное количество кислорода, которое может быть использовано организмом в единицу времени.

Таблица 7

Оценка физической работоспособности по индексу Гарвардского степ-теста (по: Аулик И. В., 1979)

ИГСТ	Оценка
55	Слабая
55-64	Ниже средней
65-79	Средняя
80-89	Хорошая
90	Отличная

Аэробная возможность (аэробная мощность) человека определяется прежде всего максимальной для него скоростью потребления кислорода. Чем выше МПК, тем больше (при прочих равных условиях) абсолютная мощность максимальной аэробной нагрузки. МПК зависит от двух функциональных систем: кислород-транспортной системы (органы дыхания, кровь, сердечно-сосудистая система) и системы утилизации кислорода, главным образом – мышечной.

Максимальное потребление кислорода может быть определено с помощью максимальных проб (прямой метод) и субмаксимальных проб (непрямой метод). Для определения МПК прямым методом используются чаще всего велоэргометр или тредбан и газоанализаторы. При применении прямого метода от испытуемого требуется желание выполнить работу до отказа, что не всегда достижимо. Поэтому было разработано несколько методов непрямого определения МПК, основанных на линейной зависимости МПК и ЧСС при работе определенной мощности. Эта зависимость выражается графически на соответствующих номограммах. В дальнейшем обнаруженная взаимосвязь была описана простым линейным уравнением, широко используемым с научно-прикладными целями для нетренированных лиц и спортсменов скоростно-силовых видов спорта:

$$\text{МПК} = 1,7 \text{ PWC}_{170} + 1240.$$

Для определения МПК у высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта В.Л. Карпман (1987) предлагает следующую формулу:

$$\text{МПК} = 2,2 \text{ PWC}_{170} + 1070.$$

По мнению автора, и PWC_{170} и МПК примерно в равной степени характеризуют физическую работоспособность человека: коэффициент корреляции между ними очень высок (0.7-0.9 по данным различных авторов), хотя взаимосвязь этих показателей и не носит строго линейного характера. Тем не менее, названные константы могут быть рекомендованы в практических целях для анализа тренировочного процесса.

5.3. СВЯЗЬ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ С НАПРАВЛЕННОСТЬЮ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА В СПОРТЕ

Определение физической работоспособности по тесту PWC_{170} широко вошло в практику спортивной физиологии и медицины. В связи с этим повысилась актуальность вопроса о диагностическом и прогностическом значении теста, о том в какой мере этот неспецифический показатель может быть использован для поиска оптимального тренировочного процесса спортсменов различной специализации.

К настоящему времени имеется достаточное количество исследований этого вопроса. В общей форме ответ наметился уже при анализе антропометрических данных спортсменов, которые довольно тесно сопряжены с направленностью тренировочного процесса. Так, В.Л. Карпман и соавторы (1988) высказали предположение (и подтвердили его простыми формулами для боксеров и борцов) о линейной зависимости между массой тела и абсолютными величинами PWC_{170} . Вместе с тем они отметили, что относительные значения (в расчете на 1 кг веса) с нарастанием массы тела даже имеют тенденцию к снижению, по-видимому, за счет увеличения жировой ткани (баскетболисты, ватерполисты). А наибольшие относительные величины PWC_{170} наблюдаются у спортсменов, тренирующих качество выносливости. Для борцов и боксеров В.Л. Карпман с соавторами (1988) предложил следующие формулы:

$$\text{PWC}_{170} \text{ (для боксеров)} = 15.0 \text{ P} + 300,$$

$$\text{PWC}_{170} \text{ (для борцов)} = 19.0 \text{ P} + 50, \text{ где: P - масса тела.}$$

Возможно, спортивная практика и подтверждает такую закономерность, но раскрыть физиологическую сущность ее с помощью данных формул не представляется возможным.

Выяснено, что спортсмены скоростно-силовой группы (борцы, боксеры, гимнасты) отстают по показателям PWC_{170} и МПК даже от менее квалифицированных лыжников, гребцов, футболистов. Физическая работоспособность высококвалифицированных лыжников выше, чем бегунов как в обычных условиях, так и в «климатической» камере при температуре +40°C, а затем на «высоте» 3000м.

Универсальная зависимость ЧСС от мощности работы позволяет в циклических видах спорта оценивать специальную работоспособность по сдвигам ЧСС в определенном диапазоне (методом телепульс-сометрии) и по

скорости перемещения спортсмена.

Необходимо также коснуться одной методической стороны теста PWC_{170} , которая обозначалась и при анализе собственного материала и на которую, по нашему мнению, пока обращается недостаточное внимание. Это – вопрос о специфичности для спортсмена самой тестовой нагрузки. Очевидно, что работа на тредбане или велоэргометре будет более привычной (и более экономной) для велосипедистов, бегунов, лыжников, чем для спортсменов других специализаций. Возможно, что с этим частично связаны и упоминавшиеся уже различия параметров физической работоспособности между группой боксеров, борцов, гимнастов и группой лыжников, гребцов, футболистов. Некоторые авторы считают общепринятый тест PWC_{170} недостаточно информативным для ряда видов спорта и предлагают раздельное выполнение нагрузки как ногами, так и руками, указывая что соотношение физической работоспособности нижних и верхних конечностей претерпевает существенные возрастные изменения.

5.4. РЕЗЕРВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Актуальность данного раздела обусловлена тем, что современные высшие спортивные достижения невозможны без максимального напряжения физических и духовных сил человека. Следовательно, знание этих закономерностей необходимо как тренеру, физиологу и спортивному врачу, так и самому спортсмену.

Общепедагогическое значение этой проблемы состоит в том, что на примере спортивной деятельности она раскрывает значение пластичности нервной системы как для реакций срочной адаптации, так и для формирования сложных функциональных систем долговременного значения (Павлов И.П., Орбели Л.А., Анохин П.К.). Если при этом учесть высказанную еще И. М. Сеченовым мысль об универсальности мышечного сокращения, как важнейшего жизненного акта, то становится очевидным, что проблема резервов физической работоспособности сопряжена со многими фундаментальными законами общей физиологии человека.

Наиболее важной характеристикой резервных возможностей организма является адаптационная сущность, эволюционно выработанная способность организма выдерживать большую, чем обычно нагрузку (Бресткин М.П., 1968). Исследование физической работоспособности спортсмена (особенно высшей квалификации) дает уникальный фактический материал для оценки и анализа функций организма в зоне видовых предельных напряжений. Поэтому можно считать, лимитирующими факторами физической работоспособности спортсмена являются индивидуальные пределы использования им своих структурно-функциональных резервов различных органов и систем. В таблице 8 (данные различных авторов) представлены основные сведения по характеристике функциональных резервов при физической работе разной мощности. Из материалов этой таблицы следует, что основными резервами являются функциональные возможности ЦНС, нервно-мышечного аппарата, кардиореспираторной системы, метаболические и биоэнергетические процессы. Очевидно, что при различных мощностях работы и в разных видах спорта степень участия этих систем будет неодинаковым.

При работе максимальной мощности ввиду ее кратковременности главным энергетическим резервом являются анаэробные процессы (запас АТФ и КрФ, анаэробный гликолиз, скорость ресинтеза АТФ), а функциональным резервом – способность нервных центров поддерживать высокий темп активности, сохраняя необходимые межцентральные взаимосвязи. При этой работе мобилизуются и расширяются резервы силы и быстроты.

При работе субмаксимальной мощности биологические активные вещества нарушенного метаболизма в большом количестве поступают в кровь. Действуя на хеморецепторы сосудов и тканей, они рефлекторно вызывают максимальное повышение функций сердечнососудистой и дыхательной систем. Еще большему повышению системного артериального тонуса способствуют вазодилататоры гипоксического происхождения, способствующие одновременно увеличению капиллярного кровотока.

Функциональными резервами при работе субмаксимальной мощности являются буферные системы организма и резервная щелочность крови – важнейшие факторы, тормозящие нарушение гомеостаза в условиях гипоксии и интенсивного гликолиза; дальнейшее усиление работы кардио-респираторной системы. Значимым остается гликолитический вклад в биоэнергетику работающих мышц и выносливость нервных центров к интенсивной работе в условиях недостатка кислорода.

При работе большой мощности физиологические резервы в общем те же, что и при субмаксимальной работе, но первостепенное значение имеют следующие факторы: поддержание высокого (околопредельного) уровня работы кардиореспираторной системы; оптимальное перераспределение крови; резервы воды и механизмов физической терморегуляции. Ряд авторов энергетическими резервами такой работы считают не только аэробные, но и анаэробные процессы, а также метаболизм жиров.

При работе умеренной мощности резервами служат пределы выносливости ЦНС, запасы гликогена и глюкозы, а также жиры и процессы глюконеогенеза, интенсивно усиливающиеся при стрессе. К важным условиям длительного обеспечения такой работы относят и резервы воды и солей и эффективность процессов физической терморегуляции.

Таблица 8

Функциональные резервы при физической работе различной мощности

Мощность работы	Авторы
-----------------	--------

Максимальная	Субмаксимальная	Большая	Умеренная	
Гликолиз, АТФ, КрФ; резервы нервно-мышечной системы	Буферные системы, нейрогуморальная регуляция функций по поддержанию гомеостаза	Резервы кардиореспираторной системы, глюкозы, аэробных процессов и гомеостаза	Резервы водно-солевого обмена, глюкозы; глюконеогенез, использование жиров	А.С. Можухин, 1979
Запасы АТФ и КрФ	Аэробно-анаэробный обмен, глюкоза	Аэробно-анаэробный обмен, гликоген мышц	Аэробный обмен; глюкоза крови, запасы гликогена	Н.А. Степочкина, 1984
Анаэробный обмен; запасы АТФ и КрФ	Анаэробный обмен, потребление кислорода	Усиление функций кардиореспираторной системы, аэробный обмен	Аэробный обмен, ограниченные энерготраты	Н.А. Фомин, 1984
Фосфагенная энергетическая система	Аэробно-анаэробный обмен, резервы кардиореспираторной системы	Аэробно-анаэробный обмен, запасы глюкозы и гликогена	Резервы глюкозы, гликогена; использование жиров; емкость окислительной системы	Я.М. Коц, 1986
Алактатный энергетический резерв	Лактатный энергетический резерв	Резервы аэробно-анаэробного обмена	Резервы окислительного фосфорилирования, использование жиров	В. М. Калинин, 1992

Общие сведения о резервных возможностях различных звеньев системы транспорта кислорода представлены в таблице 9. Из таблицы 9 видно, что наибольшим (двадцатикратным) резервом адаптации обладает система внешнего дыхания. Но даже при таких ее функциональных возможностях она может вносить определенный вклад в ограничение физической работоспособности спортсмена (Гандельсман А. Б., 1980; Пономарев В. П., 1981, и др.).

Аппарат кровообращения занимает особое место, поскольку является основным лимитирующим звеном транспорта кислорода. Кроме того, сердечно-сосудистая система служит тонким индикатором цены адаптации организма к различным факторам внешней среды и к физическим нагрузкам. Об этой же ее роли свидетельствуют формирование так называемого «спортивного сердца» и участвовавшие в последнее время предпатологические и патологические изменения функции сердца при высоких спортивных нагрузках. К числу таких изменений можно отнести нарушения сердечного ритма, возникновение синдрома дистрофии миокарда вследствие физического перенапряжения и другие сдвиги.

Таблица 9

Предельные сдвиги в висцеральных системах при мышечной работе (по В.П. Загрядскому, З.К. Сулимо-Самуйлло, 1976)

Показатели	В покое	При физической работе	Кратность изменений
Частота сердечных сокращений в мин.	70	220	3
Артериальное давление, мм рт. ст., систолическое	120	200	2
Артериальное давление, диастолическое	80	40	2
Артериальное давление, пульсовое	40	160	4
Ударный объем крови, мл	60	180	3
Минутный объем крови, л	4.5	40	8
Артерио-венозная разница по кислороду, об. %	4	16	4
Частота дыхания в мин.	10	60	6
Глубина дыхания, л	0.5	5	10
Минутный объем дыхания, л	6	120	20
Потребление кислорода, л·мин ⁻¹	0.25	5	20

Выделение углекислого газа, л•мин ⁻¹	0.2	4	20
--	-----	---	----

В таблице 10 показано, что сердечно-сосудистая система обладает мощным резервом перераспределения кровотока, и по его суммарной мощности на первом месте стоит скелетная мускулатура.

Таблица 10

Распределение кровотока в покое и при физических нагрузках различной интенсивности (по Н.М. Амосову и Н.А. Брендету, 1975)

Органы	Покой		Физическая нагрузка					
			Легкая		Средняя		Тяжелая	
	Мл•мин ⁻¹	%	Мл•мин ⁻¹	%	Мл•мин ⁻¹	%	Мл•мин ⁻¹	%
Органы брюшной полости	1400	24	1100	12	600	3	300	1
Почки	1100	19	900	10	600	3	250	1
Мозг	750	13	750	8	850	4	750	3
Сердце	250	4	350	4	750	4	1000	4
Скелетная мускулатура	1200	21	4500	47	12500	71	22000	88
Кожа	500	9	1500	15	1900	12	600	2
Другие органы	600	10	400	4	400	3	100	1
Итого	5800	100	9500	100	17500	100	25000	100

Среди всех органов и тканей мышцы занимают главенствующее положение по своему влиянию на центральную гемодинамику. Это объясняется большой массой скелетных мышц (около 40% массы тела) и их способностью к быстрому изменению уровня функциональной активности в широких пределах: в состоянии покоя кровоток в поперечно-полосатых мышцах составляет 15-20% от минутного объема крови (МОК), а при тяжелой работе он может достигать 80-85% от МОК.

В нашу задачу не входил анализ биохимических основ физической работоспособности спортсменов. Этой проблеме посвящены многие работы биохимиков спорта. Но есть два биохимических аспекта, без которых невозможно рассматривать физиологические резервы работоспособности человека. Во-первых, это биоэнергетическое обеспечение мышечного сокращения, которое выступает в роли резервного фактора при нагрузке различной мощности и направленности физической работы. Второй аспект – это регулирующая роль метаболитов, образующихся при мышечной деятельности, которые являются пусковым звеном (через хеморецепторы) централизации кровообращения, препятствующей нарушению тонуса сосудов. Сдвиги биохимических констант при напряженной мышечной работе (метаболический ацидоз, гипоксия и гипоксемия, гиперкапния) являются также важнейшими факторами рефлекторной и гуморальной регуляции различных звеньев кардиореспираторной системы, включая дыхательный и сосудодвигательный центры.

Все перечисленное выше функциональные резервы физической работоспособности должны рассматриваться не изолированно, а во временной, динамической взаимосвязи. Поэтому построение и тренировочного процесса и восстановительных мероприятий и реабилитации должно быть тоже динамическим и комплексным, учитывающим разнообразие адаптивных перестроек в организме спортсмена при физических нагрузках и закономерную последовательность их включения и функционирования на всех этапах его жизнедеятельности.

6. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УТОМЛЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ

Теоретическое и практическое значение проблемы утомления определяется тем, что ее закономерности являются физиологической основой работоспособности человека и научной организации труда. Это прежде всего предполагает приведение условий труда человека в соответствие с его психофизиологическими возможностями.

6.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ УТОМЛЕНИЯ

Утомление является важнейшей проблемой физиологии спорта и одним из наиболее актуальных вопросов медико-биологической оценки тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов. Знание механизмов утомления и стадий его развития позволяет правильно оценить функциональное состояние и работоспособность спортсменов и должно учитываться при разработке мероприятий, направленных на сохранение здоровья и достижение высоких спортивных результатов.

К настоящему времени имеется около 100 определений понятия утомления и ряд теорий его происхождения. Обилие формулировок само по себе указывает на еще недостаточное знание этого сложного явления и его механизмов. С физиологической точки зрения утомление является функциональным состоянием организма, вызванным умственной или физической работой, при котором могут наблюдаться временное снижение работоспособности, изменение функций организма и появление субъективного ощущения усталости (Солодков А.С., 1978). Исходя из этого, принято выделять два основных вида утомления — физическое и умственное, хотя такое деление достаточно условно.

Таким образом, главным и объективным признаком утомления человека является снижение его работоспособности. Однако понижение работоспособности не всегда является симптомом утомления. Работоспособность может снизиться вследствие пребывания человека в неблагоприятных условиях (высокая температура и влажность воздуха, пониженное парциальное давление кислорода во вдыхаемом воздухе и др.). С другой стороны, длительная работа с умеренным напряжением может протекать на фоне выраженного утомления, но без снижения производительности. Следовательно, снижение работоспособности является признаком утомления только тогда, когда известно, что оно наступило вследствие конкретно выполненной физической или умственной работы. При утомлении работоспособность снижается временно, она быстро восстанавливается при ежедневном обычном отдыхе. Состояние утомления имеет свою динамику — усиливается во время работы и уменьшается в процессе отдыха (активного, пассивного и сна). Утомление можно рассматривать как естественное нормальное функциональное состояние организма в процессе труда.

Другим важным критерием оценки утомления является изменение функций организма в период работы. При этом в зависимости от степени утомления функциональные сдвиги могут носить различный характер. В начальной стадии утомления клинико-физиологические и психофизиологические показатели отличаются неустойчивостью и разнонаправленным характером изменений, однако их колебания, как правило, не выходят за пределы физиологических нормативов. При хроническом утомлении, и особенно переутомлении, имеет место одностороннее значительное ухудшение всех функциональных показателей организма с одновременным снижением уровня профессиональной деятельности человека (Солодков А.С., 1978, 1990).

Процесс утомления характеризуется и еще одним признаком — субъективным симптомом, усталостью (тяжесть в голове, конечностях, общая слабость, разбитость, вялость, недомогание, трудность выполнения работы и т. д.). А. А. Ухтомский усмотрел в усталости не только субъективный признак наличия развивающегося утомления, но и нечто другое и большее, что имеет весьма важное практическое значение. Он считал, что усталость является одновременно и «натуральным предупредителем утомления». Ощущая усталость, человек снижает темп работы или вовсе ее прекращает. Этим самым предотвращается «функциональное истощение» корковых клеток и обеспечивается возможность быстрого восстановления работоспособности человека. Автор считал ощущение усталости одним из наиболее чувствительных показателей утомления.

Однако выраженность усталости не всегда соответствует степени утомления, т. е. объективным прямым и косвенным показателям работоспособности. В основе этого несоответствия в первую очередь лежит разная эмоциональная настройка работающего на выполняемую работу. При выполнении приятной или социально-значимой работы, при высокой мотивации работающего, усталость не возникает у него в течение длительного времени. Наоборот, при бесцельной, неинтересной работе усталость может возникнуть, когда объективно утомление или вовсе еще не наступило, или выраженность его далеко не соответствует степени усталости.

Следовательно, один и тот же признак утомления является информативным только в конкретных условиях деятельности и при определенном состоянии организма. Поэтому для констатации утомления в каждом виде работы целесообразно использовать особый набор прямых и косвенных показателей, адекватный для данного вида труда.

Настойчивые попытки многих исследователей проникнуть в тайны физиологических механизмов состояния утомления привели к накоплению обширного экспериментального материала. На основе этих данных было создано много гипотез и теорий, но в настоящее время в качестве самостоятельных они могут выступать только в историческом аспекте. К их числу следует отнести теорию истощения энергетических ресурсов в мышцах Шиффа (1868), теорию засорения мышц продуктами обмена Пфлюгера (1872), теорию отравления метаболитами Вейхарда (1902) и теорию задушения (вследствие недостатка кислорода) Ферворна (1903). Все эти так на-

зываемые локально-гуморальные теории не полностью вскрывают механизмы утомления, так как в качестве его основной причины рассматривают лишь местные изменения в мышечной ткани, и частные сдвиги принимаются за общие процессы. Однако каждая из этих теорий правильно отражала одну из многих сторон сложного процесса утомления.

Наиболее распространенная в нашей стране центрально-нервная теория утомления, сформулированная И. М. Сеченовым в 1903 году, всесторонне развития и дополненная А. А. Ухтомским, связывает возникновение утомления только с деятельностью нервной системы, в частности, коры больших полушарий. При этом предполагалось, что основой механизма утомления является ослабление основных нервных процессов в коре головного мозга, нарушение их уравновешенности с относительным преобладанием процесса возбуждения над более ослабленным процессом внутреннего торможения и развитием охранительного торможения.

Однако современные электрофизиологические и биохимические методы исследования и полученные на их основе экспериментальные данные не позволяют свести причины утомления к изменениям в каком-то одном органе или системе органов, в том числе нервной системе. Следовательно, приписывать возникновение первичного утомления какой-либо одной системе неправомерно. В зависимости от состояния функций организма и характера деятельности человека первичное возникновение утомления вариативно и может наблюдаться в различных органах и системах организма.

Мышечная работа связана с вовлечением в деятельность многих органов и формированием в организме специальной функциональной системы адаптации, обеспечивающей конкретную деятельность человека. Поэтому на снижение работоспособности влияет возникновение функциональных изменений не только в нервной системе, но и в других рабочих звеньях — скелетных мышцах, органах дыхания, кровообращения, системе крови, железах внутренней секреции и др. Таким образом, согласно современным представлениям о физическом утомлении, оно связано, во-первых, с развитием функциональных изменений во многих органах и системах, во-вторых, с различным сочетанием деятельности органов и систем, ухудшение функций которых наблюдается при том или ином виде физических упражнений. Поэтому создание общей теории о физиологических механизмах утомления не может основываться на отдельных системах организма и должно учитывать все многообразие и вариативность характера сдвигов функций, обуславливающих ту или иную деятельность человека. В зависимости от характера работы, ее напряженности и продолжительности ведущая роль в развитии утомления может принадлежать различным функциональным системам.

Итак, утомление является нормальной физиологической реакцией организма на работу. С одной стороны, оно служит очень важным для работающего человека фактором, так как препятствует крайнему истощению организма, переходу его в патологическое состояние, являясь сигналом необходимости прекратить работу и перейти к отдыху. Наряду с этим, утомление играет существенную роль, способствуя тренировке функций организма, их совершенствованию и развитию. С другой стороны, утомление ведет к снижению работоспособности спортсменов, к неэкономичному расходованию энергии и уменьшению функциональных резервов организма. Эта сторона утомления является невыгодной, нарушающей длительное выполнение спортивных нагрузок.

6.2. ФАКТОРЫ УТОМЛЕНИЯ И СОСТОЯНИЕ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА

Основным фактором, вызывающим утомление, является физическая или умственная нагрузка, падающая на афферентные системы во время работы. Зависимость между величиной нагрузки и степенью утомления почти всегда бывает линейной, то есть чем больше нагрузка, тем более выраженным и ранним является утомление. Помимо абсолютной величины нагрузки, на характере развития утомления сказывается еще и ряд ее особенностей, среди которых следует выделить: статический или динамический характер нагрузки, постоянный или периодический ее характер и интенсивность нагрузки.

Наряду с основным фактором (рабочей нагрузкой), ведущим к утомлению, существует ряд дополнительных или способствующих факторов. Эти факторы сами по себе не ведут к развитию утомления, однако, сочетаясь с действием основного, способствуют более раннему и выраженному наступлению утомления. К числу дополнительных факторов можно отнести:

- факторы внешней среды (температура, влажность, газовый состав, барометрическое давление и др.);
- факторы, связанные с нарушением режимов труда и отдыха;
- факторы, обусловленные изменением привычных суточных биоритмов, и выключение сенсорных раздражений;
- социальные факторы, мотивация, взаимоотношения в команде и др.

Субъективные и объективные признаки утомления весьма многообразны, и их выраженность в значительной мере зависит от характера выполняемых упражнений и психофизиологических особенностей человека. К субъективным признакам утомления относится чувство усталости, общее или локальное. При этом появляются боли и чувство онемения в конечностях, пояснице, мышцах спины и шеи, желание прекратить работу или изменить ее ритм и др.

Еще более разнообразными являются объективные признаки. При любом виде утомления детальное обследование может обнаружить изменения в характере функционирования любой системы организма, начиная

от двигательной, сердечно-сосудистой и центральной нервной системы и кончая такими, казалось бы, не связанными с непосредственной работой системами, как пищеварительная и выделительная. Такое многообразие изменений отражает закономерности функционирования организма как единого целого и характеризует непосредственные реакции обеспечения функциональной нагрузки, а также адаптационные и компенсаторные сдвиги.

При утомлении со стороны центральной нервной системы отмечаются нарушение межцентральных взаимосвязей в коре головного мозга, ослабление условно-рефлекторных реакций, неравномерность сухожильных рефлексов, а при переутомлении — развитие не-врозоподобных состояний.

Изменения сердечно-сосудистой системы характеризуются тахикардией, лабильностью артериального давления, неадекватными реакциями на дозированную физическую нагрузку, некоторыми электрокардиографическими сдвигами. Кроме того, снижается насыщение артериальной крови кислородом, учащается дыхание и ухудшается легочная вентиляция, которая при переутомлении может существенно уменьшаться.

В крови снижается количество эритроцитов и гемоглобина, отмечается лейкоцитоз, несколько угнетается фагоцитарная активность лейкоцитов и уменьшается количество тромбоцитов. При переутомлении иногда отмечают болезненность и увеличение печени, нарушение белкового и углеводного обмена.

Однако все эти изменения не возникают одновременно и не развиваются в одном и том же направлении. Их динамика определяется рядом закономерностей, и лишь обнаружив эти закономерности, можно не только понять ход развития утомления, но и дать правильную оценку состоянию человека и активно противодействовать развивающемуся утомлению.

Изменения возникают в первую очередь в тех органах и системах, которые непосредственно осуществляют выполнение спортивной деятельности. При физической работе — это мышечная система и двигательный анализатор. Одновременно изменения могут появляться в тех системах и органах, которые обеспечивают функционирование этих основных работающих систем — дыхательной, сердечно-сосудистой, крови и др. С другой стороны, может быть и такое положение, когда уже имеет место снижение функций организма (основных и обеспечивающих систем), а спортивная работоспособность еще сохраняется на высоком уровне. Это зависит от морально-волевых качеств спортсмена, мотивации и др.

Изменения в некоторых системах, не связанных непосредственно с обеспечением выполнения специальных упражнений, при утомлении имеют принципиально иной генез и либо являются вторичными, имеющими общий, неспецифический характер, либо имеют регуляторное или компенсаторное значение, то есть направлены на сбалансирование функционального состояния организма. Из сказанного становится очевидным, что ведущее значение в развитии явлений утомления имеет центральная нервная система, обеспечивающая интеграцию всех систем организма, регуляцию и приспособление этих систем во время работы. Возникшие в процессе утомления изменения функционального состояния центральной нервной системы отражают, таким образом, двойственный процесс — изменения, связанные с перестройкой функционирования регулируемых систем, и сдвиги, возникающие в связи с процессом утомления в самих нервных структурах.

Утомление динамично по своей сущности и в своем развитии имеет несколько последовательно возникающих признаков. Первым признаком возникновения утомления при физической работе является нарушение автоматичности рабочих движений. Вторым признаком, который наиболее четко может быть установлен — это нарушение координации движений. Третий признак — значительное напряжение вегетативных функций при одновременном падении производительности работы, а затем и нарушение самого вегетативного компонента. При выраженных степенях утомления новые, мало усвоенные двигательные навыки могут угаснуть полностью. При этом очень часто растормаживаются старые, более прочные навыки, не соответствующие новой обстановке. В спортивной практике это может служить причиной возникновения различных срывов, травм и т. д.

6.3. ОСОБЕННОСТИ УТОМЛЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Одним из основных признаков утомления является снижение работоспособности, которая в процессе выполнения различных физических упражнений изменяется по разным причинам; поэтому и физиологические механизмы развития утомления неодинаковы. Они обусловлены мощностью работы, ее длительностью, характером упражнений, сложностью их выполнения и пр.

При выполнении циклической работы максимальной мощности основной причиной снижения работоспособности и развития утомления является уменьшение подвижности основных нервных процессов в ЦНС с преобладанием торможения вследствие большого потока эфферентной импульсации от нервных центров к мышцам и афферентных импульсов от работающих мышц к центрам. Разрушается рабочая система взаимосвязанной активности корковых нейронов. Кроме того, в нейронах падает уровень содержания АТФ и креатин-фосфата, и в структурах мозга повышается содержание тормозного медиатора — гамма-аминомасляной кислоты. Существенное значение в развитии утомления при этом имеет изменение функционального состояния самих мышц, снижение их возбудимости, лабильности и скорости расслабления.

При циклической субмаксимальной мощности ведущими причинами утомления являются угнетение деятельности нервных центров и изменения внутренней среды организма. Причина этого — большой недостаток

кислорода, вследствие которого развивается ги-поксемия, снижается рН крови, в 20-25 раз увеличивается содержание молочной кислоты в крови. Кислородный долг достигает максимальных величин — 20-22 л. Недоокисленные продукты обмена веществ, всасываясь в кровь, ухудшают деятельность нервных клеток. Напряженная деятельность нервных центров осуществляется на фоне кислородной недостаточности, что и приводит к быстрому развитию утомления.

Циклическая работа большой мощности приводит к развитию утомления вследствие дискоординации моторных и вегетативных функций. На протяжении нескольких десятков минут должна поддерживаться весьма напряженная работа сердечно-сосудистой и дыхательной систем для обеспечения интенсивно работающего организма необходимым количеством кислорода. При этой работе кислородный запрос несколько превышает потребление кислорода и кислородный долг достигает 12-15 л. Суммарный расход энергии при такой работе очень велик, при этом расходуется до 200 г глюкозы, что приводит к некоторому ее снижению в крови. Происходит также уменьшение в крови гормонов некоторых желез внутренней секреции (гипофиза, надпочечников).

Длительность выполнения циклической работы умеренной мощности приводит к развитию охранительного торможения в ЦНС, истощению энергоресурсов, напряжению функций кислородтранспортной системы, желез внутренней системы и изменению обмена веществ. В организме снижаются запасы гликогена, что ведет к уменьшению содержания глюкозы в крови. Значительная потеря организмом воды и солей, изменение их количественного соотношения, нарушение терморегуляции также ведут к понижению работоспособности и возникновению утомления у спортсменов. В механизме развития утомления при длительной физической работе могут играть определенную роль изменения белкового обмена и снижение функций желез внутренней секреции. При этом в крови снижается концентрация глюко- и минералкортикоидов, катехо-ламинов и гормонов щитовидной железы. Вследствие этих изменений, а также в результате длительного влияния монотонных афферентных раздражений в нервных центрах возникает торможение. Угнетение деятельности этих центров приводит к снижению эффективности регуляции движений и нарушению их координации. При длительном выполнении работы в разных климатических условиях развитие утомления, кроме того, может быть ускорено нарушением терморегуляции.

При различных видах ациклических движений механизмы развития утомления также неодинаковы. В частности, при выполнении ситуационных упражнений, при разных формах работы переменной мощности большие нагрузки испытывают высшие отделы головного мозга и сенсорные системы, так как спортсменам необходимо постоянно анализировать изменяющуюся ситуацию, программировать свои действия и осуществлять переключение темпа и структуры движений, что и приводит к развитию утомления. В некоторых видах спорта (например, футбол) существенная роль принадлежит недостаточности кислородного обеспечения и развитию кислородного долга. При выполнении гимнастических упражнений и в единоборствах, утомление развивается вследствие ухудшения пропускной способности мозга и снижения функционального состояния мышц (уменьшается их сила и возбудимость, снижается скорость сокращения и расслабления). При статической /ш&mie основными причинами утомления являются непрерывное напряжение нервных центров и мышц, выключение деятельности менее устойчивых мышечных волокон и большой поток афферентных и эфферентных импульсов между мышцами и моторными центрами.

6.4. ПРЕДУТОМЛЕНИЕ, ХРОНИЧЕСКОЕ УТОМЛЕНИЕ И ПЕРЕУТОМЛЕНИЕ

В последние десятилетия выдвинуто представление о пред-утомлении или скрытом утомлении, под которым понимается наличие при работе существенных функциональных изменений со стороны некоторых органов и систем, но компенсированных другими функциями, вследствие чего работоспособность человека сохраняется на прежнем уровне. Такая трактовка начальных явлений утомления вполне оправдана. Действительно при выполнении некоторых циклических упражнений (легкая атлетика, бег на коньках и лыжах, велогонки, плавание) при неизменной скорости движения отмечается учащение темпа и уменьшение длины шага (гребка). Снижение же скорости передвижения начинается лишь тогда, когда учащение темпа уже не компенсирует уменьшение шага или когда темп также начинает урежаться. При этом важно подчеркнуть, что учащение темпа и уменьшение шага возникает задолго до того времени, когда для спортсмена становится невозможным сохранять исходные величины этих показателей. Аналогично этому поддержание необходимого рабочего уровня минутного объема дыхания (и соответственно, потребления кислорода) возможно за счет повышения частоты дыхания, компенсирующего понижение глубины дыхания в начальные моменты утомления (рис. 27). Следовательно, такие рано возникающие изменения носят профилактический характер, они направлены на предупреждение или задержку развития утомления и свидетельствуют о совершенстве регуляции различных органов и систем.

Таким образом, развитие скрытого утомления обусловлено изменениями координации двигательных и вегетативных функций без снижения эффективности работы. В физиологическом механизме возникновения этой стадии утомления важная роль принадлежит условным рефлексам и развитию экстраполяции. Благодаря им хорошо тренированный человек значительно лучше использует функциональные резервы организма для смены форм координации двигательных и вегетативных функций с целью предотвращения или отсрочки развития утомления.

Иногда скрытую стадию утомления называют еще компенсированной, а при существенно выраженных

признаках утомления — декомпенсированной формой (Моногаров В.Д., 1986). Такая классификация утомления, на наш взгляд, является неудачной как по форме, так и по содержанию. Утомление — это нормальная реакция организма на работу. Компенсация и особенно декомпенсация функций — это совокупность реакций организма на патологические процессы, на повреждения в органах и системах. Соединение нормального функционального состояния организма с патологическими его проявлениями некорректно и теряет всякий физиологический смысл как в теоретическом плане, так и особенно при разработке практических мероприятий по предупреждению развития утомления. Поэтому наиболее целесообразно выделять просто утомление (без каких-либо определений) как нормальное функциональное состояние организма во время работы, признаки которого полностью исчезают после обычного (регламентированного) отдыха. При длительной или интенсивной работе, нарушении режимов труда и отдыха симптомы утомления кумулируются и оно может переходить в хроническое утомление и переутомление (Солодков А.С., 1978).

Хроническое утомление — это пограничное функциональное состояние организма, которое характеризуется сохранением к началу очередного трудового цикла субъективных и объективных признаков утомления от предыдущей работы, для ликвидации которых необходим дополнительный отдых. Хроническое утомление возникает во время длительной работы при нарушении режимов труда и отдыха. Основными субъективными признаками его являются ощущение усталости перед началом работы, быстрая утомляемость, раздражительность, неустойчивое настроение; объективно при этом отмечается выраженное изменение функций организма, значительное снижение спортивных результатов и появление ошибочных действий.

При хроническом утомлении необходимый уровень спортивной работоспособности может поддерживаться лишь временно за счет повышения биологической цены и быстрого расходования функциональных резервов организма. Для ликвидации неблагоприятных изменений функций организма и сохранения спортивной работоспособности необходимо устранить нарушения режимов тренировок и отдыха и предоставить спортсменам дополнительный отдых. При несоблюдении этих мероприятий хроническое утомление может перейти в переутомление.

Переутомление — это патологическое состояние организма, которое характеризуется постоянным ощущением усталости, вялостью, нарушением сна и аппетита, болями в области сердца и других частях тела. Для ликвидации этих симптомов дополнительного отдыха недостаточно, а требуется специальное лечение. Наряду с перечисленными, объективными признаками переутомления являются резкие изменения функций организма, часть которых выходит за пределы нормальных колебаний, потливость, одышка, снижение массы тела, расстройства внимания и памяти, атипичные реакции на функциональные пробы, которые часто не доводятся до конца.

Главным объективным критерием переутомления является резкое снижение спортивных результатов и появление грубых ошибок при

выполнении специальных физических упражнений. Спортсмены с признаками переутомления должны быть отстранены от тренировок и соревнований и подвергнуты медицинской коррекции.

Осуществленная в последние годы физиологами труда (Сапов И. А., Солодков А. С., Щеголев В. С., 1986) количественная оценка работоспособности различных специалистов позволила установить, что снижение прямых и косвенных ее показателей до 15% по сравнению с исходными свидетельствует о развитии в организме явлений утомления, 16-19% — говорит о наличии хронического утомления, а снижение на 20% и более указывает на возникновение переутомления.

7. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Восстановительные процессы — важнейшее звено работоспособности спортсмена. Способность к восстановлению при мышечной деятельности является естественным свойством организма, существенно определяющим его тренируемость. Поэтому скорость и характер восстановления различных функций после физических нагрузок являются одним из критериев оценки функциональной подготовленности спортсменов.

7.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Во время мышечной деятельности в организме спортсменов происходят связанные друг с другом анаболические и катаболические процессы, при этом диссимиляция преобладает над ассимиляцией. В соответствии с концепцией академика В. А. Энгельгардта (1953), всякая реакция расщепления вызывает или усиливает в организме реакции ресинтеза, которые после прекращения трудовой деятельности ведут к преобладанию процессов ассимиляции. В это время восполняются израсходованные во время тренировочной и соревновательной работы энергоресурсы, ликвидируется кислородный долг, удаляются продукты распада, нормализуются нейроэндокринные, анимальные и вегетативные системы, стабилизируется гомеостаз. Вся совокупность происходящих в этот период физиологических, биохимических и структурных изменений, которые обеспечивают переход организма от рабочего уровня к исходному (дорабочему) состоянию, и объединяется понятием восстановление.

При характеристике восстановительных процессов следует исходить из учения И. П. Павлова о том, что процессы истощения и восстановления в организме (деятельном органе) тесно связаны между собой и с процессами возбуждения и торможения в ЦНС. Это положение полностью подтверждено экспериментальными исследованиями Г. В. Фольборта (1951), в которых была установлена тесная связь между процессами истощения и восстановления функциональных потенциалов в работающем органе. Показано также, чем больше энергетические траты во время работы, тем интенсивнее процессы их восстановления. Однако, если истощение функциональных потенциалов в процессе работы превышает оптимальный уровень, то полного восстановления не происходит. В этом случае физическая нагрузка вызывает дальнейшее угнетение процессов клеточного анаболизма. При несоответствии реакций обновления в клетках катаболическим процессам в организме могут возникать структурные изменения, ведущие к расстройству функций и даже повреждению клеток.

После окончания физических нагрузок в организме человека некоторое время сохраняются функциональные изменения, присущие периоду спортивной деятельности, и лишь затем начинают осуществляться основные восстановительные процессы, которые носят неоднородный характер. При этом важно подчеркнуть, что вследствие функциональных и структурных перестроек, осуществляющихся в процессе восстановления, функциональные резервы организма расширяются и наступает сверхвосстановление (суперкомпенсация).

Процессы восстановления различных функций в организме могут быть разделены на три отдельных периода. К первому (рабочему) периоду относят те восстановительные реакции, которые осуществляются уже в процессе самой мышечной работы (восстановление АТФ, креатинфосфата, переход гликогена в глюкозу и ресинтез глюкозы из продуктов ее распада — глюконеогенез). Рабочее восстановление поддерживает нормальное функциональное состояние организма и допустимые параметры основных гомеостатических констант в процессе выполнения мышечной нагрузки.

Рабочее восстановление имеет различный генез в зависимости от напряженности мышечной работы. При выполнении умеренной нагрузки поступление кислорода к работающим мышцам и органам покрывает кислородный запрос организма и ресинтез АТФ осуществляется аэробным путем. Восстановление в этих случаях протекает при оптимальном уровне окислительно-восстановительных процессов. Такие условия наблюдаются при малоинтенсивных тренировочных нагрузках, а также на отдельных участках бега на длинные дистанции, который характеризуется истинным устойчивым состоянием. Однако при ускорении, а также в состоянии «мертвой точки» аэробный ресинтез дополняется анаэробным обменом.

Смешанный характер ресинтеза АТФ и креатинфосфата по ходу работы свойственен упражнениям, лежащим в зоне большой мощности. При выполнении работы максимальной и субмаксимальной мощности возникает резкое несоответствие между возможностями рабочего восстановления и скоростью ресинтеза фосфагенов. Это одна из причин быстрого развития утомления при этих видах нагрузок.

Второй (ранний) период восстановления наблюдается непосредственно после окончания работы легкой и средней тяжести в течение нескольких десятков минут и характеризуется восстановлением ряда уже названных показателей, а также нормализацией кислородной задолженности, гликогена, некоторых физиологических, биохимических и психофизиологических констант.

Раннее восстановление лимитируется главным образом временем погашения кислородного долга. Погашение алактатной части кислородного долга происходит довольно быстро, в течение нескольких минут, и связано с ресинтезом АТФ и креатинфосфата. Погашение лактатной части кислородного долга обусловлено скоростью окисления молочной кислоты, уровень которой при длительной и тяжелой работе увеличивается в 20-25 раз по сравнению с исходным, а ликвидация этой части долга происходит в течение 1.5-2 часов.

Третий (поздний) период восстановления отмечается после длительной напряженной работы (бег на марафонские дистанции, многокилометровые лыжные и велосипедные гонки) и затягивается на несколько часов

и даже суток. В это время нормализуется большинство физиологических и биохимических показателей организма, удаляются продукты обмена веществ, восстанавливается водно-солевой баланс, гормоны и ферменты. Эти процессы ускоряются правильным режимом тренировок и отдыха, рациональным питанием, применением комплекса медико-биологических, педагогических и психологических реабилитационных средств.

7.2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Как и любой процесс, происходящий в организме, восстановление регулируется двумя основными механизмами — нервным (за счет условных и безусловных рефлексов) и гуморальным. При этом одни авторы (Смирнов К. М., 1970) указывают на ведущую роль нервной регуляции при восстановлении, другие (Виру А. А., 1988; Волков В. М., 1990) сообщают о доминирующем влиянии гуморальной. По мнению последних, именно накопление продуктов обмена веществ и гормональные изменения в процессе физических нагрузок определяют скорость, интенсивность и продолжительность восстановительных процессов.

Можно полагать, что в данном случае дело обстоит несколько иначе. Прежде всего следует иметь в виду, что в целостном организме, особенно во время ответственной и напряженной работы и после ее окончания, отделять один механизм от другого нельзя. В любом периоде восстановления (рабочем, раннем, позднем) регуляция этого процесса осуществляется при участии как нервного, так и гуморального механизмов. Вместе с тем очевидно, что на разных этапах деятельности человека их роль неодинакова.

Нервный механизм регуляции, как более быстрый, прежде всего направляет и осуществляет восстановление в период самой деятельности и в раннем периоде восстановления. С помощью нервного механизма преимущественно регулируется нормализация внутренней среды организма, главным образом через сердечно-сосудистую и дыхательную системы (доставка кислорода, питательных веществ, удаление продуктов обмена).

Более медленный гуморальный механизм регуляции обеспечивает прежде всего восстановление водно-солевого обмена, запасов глюкозы, гликогена, а также ферментов и гормонов. Однако, еще раз подчеркиваем, что в процессе трудовой и спортивной деятельности человека регуляция органов, систем и их функций в целом осуществляется только совместным, нервно-гуморальным путем.

Во время работы и после ее окончания нервно-гуморальный механизм регулирует, с одной стороны, процессы освобождения и мобилизации энергии, что принято считать эрготропным направлением регуляции, а с другой, — процессы, усиливающие анаболизм, т. е. трофотропно-направление регуляции (Королев Л.А., 1977).

Многочисленные наблюдения за ходом восстановления различных функций организма спортсменов выявляют некоторые особенности в регуляции этих реакций. При изучении функций гемодинамики в периоде раннего восстановления после спортивных нагрузок отчетливо прослеживались своеобразные соотношения адренэргических и холинэргических влияний на регуляцию сердечно-сосудистой системы. Так, относительно быстрое восстановление частоты сердечных сокращений, ударного объема крови и времени систолы указывает на преимущественно адренэргические влияния. Более медленно регулировались и нормализовывались артериальное кровяное давление, время диастолы, тонус мышечных артерий и периферическое сопротивление кровотоку. Такие особенности на данном этапе восстановления обеспечивают своеобразную экономизацию метаболических процессов, выражающуюся в общем снижении потребления кислорода и аккумуляции лактата (холинэргическое влияние).

Наблюдаемая заметная вариативность восстановления зависит также от индивидуальных особенностей спортсменов, уровня их тренированности и характера мышечной работы. Для наиболее быстрого и полного восстановления, свойственного тренированным людям, характерна ускоренная перестройка регуляции в трофотропно-направлении. Ускорение этого перехода обусловлено снижением тонуса симпатического отдела и повышением тонуса парасимпатического отдела вегетативной иннервации в процессе систематических тренировок.

В ходе специальных исследований установлено, что в фазе раннего восстановления около 50% составляют эрготропные реакции, на долю трофотропных реакций приходится примерно 20%, и 30% принадлежат смешанному направлению регуляции. В фазе позднего восстановления более половины составляют трофотропные процессы, что, по-видимому, является метаболической базой для образования в организме «структурного следа» долговременной адаптации.

Как и всякие системы с обратной связью, восстановительные процессы вследствие функциональных и структурных перестроек приводят к супервосстановлению. Это явление составляет одну из важнейших физиологических основ тренировки, которое, расширяя функциональные резервы организма, обеспечивает рост силы, быстроты и выносливости.

7.3. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

В настоящее время большинство исследователей (Луговцев В. П., 1988; Волков В. М., 1990; Солодков А. С., 1990, и др.) сводят основные физиологические закономерности восстановительных процессов к

следующему: их неравномерности, гетерохронности, фазовому характеру восстановления работоспособности, избирательности восстановления и ее тренируемости.

1. Неравномерность восстановительных процессов впервые была установлена А. Хиллом (1926) при анализе ликвидации кислородной задолженности организма. Автор показал, что сразу после окончания работы восстановление идет быстро, а затем скорость его снижается и наблюдается фаза медленного восстановления. В последующем было показано, что наличие двух фаз восстановления отмечается, как правило, после тяжелой физической работы. После умеренных нагрузок погашение кислородного долга носит однофазный характер, т. е. наблюдается только фаза быстрого восстановления.

Факт неравномерного восстановления в дальнейшем был отмечен в динамике показателей сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, нервно-мышечного аппарата, картины периферической крови и обмена веществ. Тщательный анализ этих данных привел к заключению о том, что физиологические константы организма восстанавливаются на различных этапах последствия с разной скоростью. Этот факт составляет принципиальную особенность послерабочих функциональных сдвигов, которую следует учитывать при регламентации режимов труда и отдыха и при выборе тактики применения различных средств рекреации.

2. В основе гетерохронности восстановления лежит принцип саморегуляции, свидетельствующий в данном случае о том, что неодновременное протекание различных восстановительных процессов обеспечивает наиболее оптимальную деятельность целостного организма. В частности, многолетний опыт наблюдений за спортсменами показывает, что сразу после окончания физических нагрузок восстанавливаются алактатная фаза кислородного долга и фосфагены. Через несколько минут отмечается нормализация пульса, артериального давления, ударного и минутного объемов крови, скорости кровотока, то есть тех показателей, которые обеспечивают восстановление лактатной фазы кислородного долга. Спустя несколько часов после нагрузок восстанавливаются показатели внешнего дыхания, глюкоза и гликоген. Обмен веществ, периферическая кровь, водно-солевой баланс, ферменты и гормоны восстанавливаются через несколько суток. Таким образом, в различные временные интервалы восстановительного периода функциональное состояние организма неоднозначно. Это следует принимать во внимание, планируя характер нагрузок и реабилитационные мероприятия.

3. Следующей особенностью послерабочих изменений является фазность восстановления, которая, в частности, выражается в изменении уровня работоспособности. В динамике восстановления работоспособности различают три фазы.

Сразу после напряженной работы наблюдается тенденция к восстановлению до исходного уровня, что соответствует фазе пониженной работоспособности. Повторные нагрузки в этот период вырабатывают выносливость.

В дальнейшем восстановление продолжает увеличиваться, наступает сверхвосстановление, соответствующее фазе повышенной работоспособности; только лишь нагрузки в эту фазу повышают тренированность.

Восстановление до исходного уровня соответствует фазе исходной работоспособности; повторные нагрузки в это время мало эффективны и лишь поддерживают состояние тренированности (рис. 28).

4. Различный характер деятельности человека оказывает избирательное влияние на отдельные функции организма, на разные стороны энергетического обмена. Избирательность восстановительных процессов подчиняется этим же закономерностям. Понимание избирательного характера тренировочных и соревновательных нагрузок, а также избирательного характера восстановления позволяет целенаправленно и эффективно управлять двигательным аппаратом, вегетативными функциями и энергетическим обменом.

Избирательность восстановительных процессов после тренировочных и соревновательных нагрузок определяется и характером энергообеспечения. После работы преимущественно аэробной направленности восстановительные процессы показателей внешнего дыхания, фазовой структуры сердечного цикла, функциональной устойчивости к гипоксии происходят медленнее, чем после нагрузок анаэробного характера. Такая особенность прослеживается как после отдельных тренировочных занятий, так и после недельных микроциклов.

5. Развитие и совершенствование долговременной адаптации во время тренировок к физическим нагрузкам проявляется на разных этапах спортивной деятельности (выработка, устойчивая работоспособность), а также и в период восстановления. Восстановительные процессы, происходящие в различных органах и системах, подвержены тренируемости. Другими словами, в ходе развития адаптированное™ организма к нагрузкам восстановительные процессы улучшаются, повышается их эффективность. У нетренированных лиц восстановительный период удлинен, а фаза сверхвосстановления выражена слабо. У высококвалифицированных спортсменов отмечаются непродолжительный период восстановления и более значительные явления суперкомпенсации.

Таким образом, анализ физиологических закономерностей восстановительных процессов свидетельствует не только об определенном теоретическом интересе, но и существенном прикладном их значении. Важная роль медико-биологических особенностей восстановления и их реализация в практике тренировочной деятельности будут способствовать достижению высоких спортивных результатов, правильному применению реабилитационных мероприятий и самое главное — сохранению здоровья спортсменов.

7.4. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

В настоящее время все мероприятия, направленные на ускорение восстановительных процессов, делят на педагогические, психологические, медицинские и физиологические. Если первые три вида достаточно хорошо известны и отражены в литературе, то по поводу физиологических мероприятий ясности нет. Конечно, в какой-то мере они взаимосвязаны с медицинскими и другими мероприятиями, но имеют и свои особенности. Что же такое физиологические мероприятия по ускорению процессов восстановления? Их теоретическое обоснование построено на представлениях о физиологических закономерностях спортивной деятельности и функциональных резервах организма. Они включают в себя контроль за состоянием функций организма, динамикой работоспособности и утомления в период тренировки и соревнований, а также мобилизацию и использование функциональных резервов организма для ускорения восстановления. Интегральным критерием оценки эффективности восстановительных процессов является уровень общей и специальной работоспособности.

Все восстановительные физиологические мероприятия могут быть разделены на постоянные и периодические. Мероприятия первой группы проводятся с целью профилактики неблагоприятных функциональных изменений, сохранения и повышения неспецифической резистентностиTM и физиологических резервов организма, предупреждения развития раннего утомления и переутомления спортсменов. К таким мероприятиям относятся рациональный режим тренировок и отдыха, сбалансированное питание, дополнительная витаминизация, закаливание, общеукрепляющие физические упражнения, оптимизация эмоционального состояния. Эти мероприятия достаточно хорошо известны, реализуются в спортивной практике и не требуют дополнительного обоснования.

Мероприятия второй группы осуществляются по мере необходимости с целью мобилизации резервных возможностей организма для поддержания, экстренного восстановления и повышения работоспособности спортсменов. К мероприятиям этой группы относят различные воздействия на биологически активные точки, вдыхание чистого кислорода при нормальном и повышенном атмосферном давлении (гипербарическая оксигенация), гипоксическую тренировку, массаж, применение тепловых процедур, ультрафиолетовое облучение, а также использование биологических стимуляторов и адаптогенов, не относящихся к допингам, пищевых веществ повышенной биологической активности и некоторые другие.

Часть мероприятий этой группы апробирована и внедрена в практику спорта, в отношении других (особенно фармакологических средств) следует говорить пока с определенной осторожностью. Во-первых, отдельные вещества, не относившиеся ранее к допингам, начинают причислять к последним, а во-вторых, систематическое применение некоторых препаратов может приводить к истощению резервных возможностей организма, снижению его неспецифической устойчивости и возникновению ряда патологических состояний.

Из числа биологически активных веществ, рекомендуемых для ускорения восстановительных процессов и повышения работоспособности, наибольшее распространение получили растительные стимуляторы и адаптогены (женьшень, элеутерококк, левзея, китайский лимонник, заманиха и др.). Они характеризуются широким диапазоном действия, низкой токсичностью, возможностью использования их как в качестве тонизирующих и стимулирующих средств при выполнении ответственных работ, так и с целью ускорения адаптации, повышения общей неспецифической резистентностиTM организма и улучшения восстановительных процессов.

В экстренных случаях можно рекомендовать препараты, стимулирующего действия, которые быстро снимают усталость, ускоряют восстановление пластических и энергетических процессов и повышают работоспособность; положительное действие при этом появляется лишь на фоне выраженного утомления. К числу таких препаратов относят сиднокарб, биметил, пирогетам, олифен и актовит. Они восстанавливают функциональное состояние путем срочной мобилизации сохранившихся резервных возможностей организма. Однако следует иметь в виду, что длительное применение подобных веществ без дополнительного отдыха может приводить к возникновению нежелательных изменений в организме. Поэтому непременным условием достижения благоприятного эффекта является правильный выбор курса приема, а также индивидуализация дозировки в зависимости от функционального состояния организма и характера спортивной деятельности.

Контроль за восстановлением функций организма и работоспособности — довольно трудная задача, для решения которой требуются подготовленные специалисты, необходимое аппаратное обеспечение и условия для проведения исследований. Однако существуют рекомендации по использованию более простых методических приемов. В частности, для оценки эффективности восстановления при занятиях оздоровительными физическими упражнениями Е. Г. Мильнер (1985) рекомендует использовать пульсометрию или ортостатическую пробу. Если при ежедневном подсчете частоты пульса утром после сна лежа его колебания не превышают 2-4 уд/мин, можно полагать, что нагрузка адекватна функциональным возможностям организма и восстановительные процессы протекают нормально. При выполнении ортостатической пробы в этих условиях (подсчет пульса лежа и после медленного вставания) принято считать, что разница пульсовых ударов менее 16 свидетельствует о хорошем восстановлении, при разнице 16-18 ударов — восстановительные процессы удовлетворительные, и если частота сердечных сокращений повысилась на 18 уд/мин и более — это говорит о переутомлении и неполном восстановлении. Существуют и другие аналогичные рекомендации.

Совершенно очевидно, что некоторые из названных физиологических восстановительных мероприятий используются педагогами, психологами и спортивными врачами, что, во-первых — характеризует восстановление как комплексную проблему, а во-вторых, говорит о том, что физиологические закономерности

функционирования организма должны учитываться и учитываются различными специалистами. В заключение отметим, что проблема восстановления в спорте состоит в дальнейшем изыскании и разработке наиболее эффективных реабилитационных средств и особенно в научном обосновании системы их применения.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ

Раздел II ЧАСТНАЯ СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

К разделу частной спортивной физиологии, какуже указывалось выше, относятся физиологическая классификация физических упражнений, характеристика двигательных качеств и навыков и особенности функционального состояния и работоспособности лиц разного возраста и пола в особых условиях внешней среды. Важной физиологической особенностью этого раздела является также, рассмотрение механизмов и закономерностей функционирования организма при специфической профессиональной деятельности спортсменов с учетом их тренированности и генетической обусловленности.

8. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ

Физические упражнения — это двигательная деятельность, с помощью которой решаются задачи физического воспитания — образовательная, воспитательная и оздоровительная.

Физические упражнения чрезвычайно многообразны. Для их классификации невозможно применить один единственный критерий. Этим объясняется наличие различных систем физиологической классификации по разным критериям, положенным в их основу.

8.1. РАЗЛИЧНЫЕ КРИТЕРИИ КЛАССИФИКАЦИИ УПРАЖНЕНИЙ

В связи с многообразием физических упражнений, различными их формами и физиологическими механизмами в основу классификации положены различные критерии. Среди них различают следующие основные критерии.

Энергетические критерии — классифицирующие упражнения по преобладающим источникам энергии (аэробные и анаэробные) и по уровню энерготрат (единичным — ккал в 1 с) и суммарные, на всю выполненную работу).

Биомеханические — выделяющие по структуре движений упражнения циклические, ациклические и смешанные.

Критерии ведущего физического качества — упражнения силовые, скоростные, скоростно-силовые, упражнения на выносливость, координационные или сложно-технические.

Критерии предельного времени работы — подразделяющие упражнения по зонам относительной мощности.

Предлагали также классифицировать упражнения по отношению мощности энерготрат к основному обмену (Seliger V., 1972); учитывали взаимодействие со спортивным снарядом и человека с человеком (Фомин В. С., 1985); классифицировали виды спорта по соотношению интенсивности статической и динамической работы и степени опасности для здоровья (Mitchell et al., 1985). Выделяли также 2 группы спортивных упражнений: 1) связанные с предельными физическими нагрузками и развитием физических качеств и 2) технические, требующие специальных психофизиологических качеств — автототоспорт, санный, парусный, парашютный, конный спорт, дельтапланеризм и др. (Коц Я. М. 1986). Существует также ряд педагогических классификаций упражнений, которые здесь не рассматриваются.

Классификация по энергетическим критериям рассматривает подразделение спортивных упражнений по преобладающему источнику энергии: анаэробные алактатные (осуществляемые за счет энергии фосфагенной системы — АТФ и КрФ), анаэробные лактатные (за счет энергии гликолиза — распада углеводов с образованием молочной кислоты) и аэробные (за счет энергии окисления углеводов и жиров). Соотношение аэробных и анаэробных источников энергии зависит от длительности работы (табл. 11).

Таблица 11

Соотношение анаэробных и аэробных источников энергии (%) при различной длительности физических упражнений

(по: P. Astrand et al., 1970; И. В. Дулик, 1979)

Путь энерго-	Продолжительность работы							
	К	1	2	4	1	3	1	2
Анаэробный	8	7	5	3	1	5	2	1
Аэробный	5 15	0 30	0 50	0 70	0 90	95	98	99

При классификации по уровню энерготрат выделяют упражнения по величине суммарных и единичных затрат энергии. С увеличением длины дистанции суммарные энерготраты растут, а единичные снижаются.

8.2. СОВРЕМЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ

Общепринятой в настоящее время считается классификация физических упражнений, предложенная В. С. Фарфелем (1970). В этой системе в силу многообразия и разнохарактерности физических упражнений применены различные критерии классификации (см. схему классификации).

Схема физиологической классификации упражнений в спорте

(по В. С. Фарфелю, 1970) ПОЗЫ

Лежание

Сидение

Стояние

Опора

на

руки

ДВИЖЕНИЯ

I. Стереотипные (стандартные) движения

Качественного значения (с оценкой в баллах)

Количественного значения (с оценкой в килограммах, метрах, секундах)

Циклические

По зонам мощности:

Максимальной

Субмаксимальной

Большой

Умеренной

Ациклические

Собственно-силовые

Скоростно-силовые

Прицельные

II. Ситуационные (нестандартные) движения

Спортивные игры

Единоборства

Кроссы

Все спортивные упражнения разделены первоначально на позы и движения. Затем все движения подразделены по критерию стандартности на стандартные или стереотипные (с повторяющимся порядком действий) и нестандартные или ситуационные (спортивные игры и единоборства). Стандартные движения разбиты на 2 группы по характеру оценки спортивного результата — на упражнения качественного значения (с оценкой в баллах — гимнастика, фигурное катание, прыжки в воду и др.) и количественного значения (с оценкой в килограммах, метрах, секундах). Из последних выделены упражнения с разной структурой — ациклические и циклические. Среди ациклических упражнений выделены собственно-силовые (тяжелая атлетика), скоростно-силовые (прыжки, метания) и прицельные (стрельба).

Циклические упражнения по предельному времени работы разделены по зонам относительной мощности — максимальной мощности (продолжающиеся до 10-30 с), субмаксимальной (от 30-40 с до 3-5 мин), большой (от 5-6 мин до 20-30 мин) и умеренной мощности (от 30-40 мин до нескольких часов). При этом учитывалось, что физическая нагрузка не равна физиологической нагрузке на организм человека, а основной величиной, характеризующей физиологическую нагрузку является предельное время выполнения работы. Анализ спортивных рекордов на различных дистанциях у бегунов, конькобежцев, пловцов и др. позволил построить логарифмическую зависимость между логарифмом интенсивности энерготрат (и соответственно скорости прохождения дистанций) и логарифмом предельного времени работы. На графике этой зависимости выделились 4 различных участка: 1) с наивысшей скоростью (около Юм^е) — зона максимальной мощности; 2) со скоростью близкой к максимальной (с резким падением скорости в диапазоне от 10 до 7 м·с⁻¹) — зона субмаксимальной мощности; 3) с более медленным падением скорости (7 — 6 м·с⁻¹) и 4) зона с новым резким падением скорости (до 5 м·с⁻¹ и менее) — зона умеренной мощности.

8.3. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СПОРТИВНЫХ ПОЗ И СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Двигательная деятельность человека проявляется в поддержании позы и выполнении моторных актов.

Поза — это закрепление частей скелета в определенном положении. При этом обеспечивается поддержание заданного угла или необходимого напряжения мышц.

При сохранении позы скелетные мышцы осуществляют две формы механической реакции — тонического напряжения (пока возможно достаточно стабильное сохранение позы) и фазных (тетанических) сокращений (для коррекции позы при ее заметных отклонениях от заданного положения и при больших усилиях).

Основные позы, которые сопровождают спортивную деятельность, — это лежание (плавание, стрельба), сидение (гребля, авто-, вело- и мотоспорт, конный спорт и др.), стояние (тяжелая атлетика, борьба, бокс, фехтование и др.), с опорой на руки (висы, стойки, упоры). При лежании усилия мышц минимальны, сидение требует напряжения мышц туловища и шеи, а стояние — из-за высокого положения общего центра масс и малой опоры — значительных усилий антигравитационных мышц-разгибателей задней поверхности тела. Наиболее сложными являются позы с опорой на руки. В позах «вис» и «упор» координация менее сложна, но требуются большие усилия мышц (например, упор руки в сторону на кольцах). Наибольшую сложность представляют стойки (например, стойка на кистях). В этом случае требуется не только большая сила мышц рук, но и хорошая

координация при малой опоре и необычном положении вниз головой, которое вызывает у нетренированных лиц значительный приток крови к голове и массивную афферентную импульсацию от смещенных внутренних органов и от вестибулярного аппарата.

Правильная организация позы имеет большое значение для двигательной деятельности. Она является основой любого движения, обеспечивая опору работающим мышцам, выполняя фиксацию суставов в нужные моменты (например, при отталкивании ног от опоры при ходьбе). Закрепляя тело человека в вертикальном положении, она осуществляет антигравитационную функцию, помогая преодолеть силу земного притяжения и противодействуя падению. Поддержание сложных поз (например, при выполнении на одной ноге высокого равновесия на полупальцах в художественной гимнастике) в неподвижном положении или при движении обеспечивает сохранение равновесия тела.

Позы, как и движения, могут быть произвольными и непроизвольными. Произвольное управление позой осуществляется корой больших полушарий. После автоматизации многие позы реакции могут осуществляться непроизвольно, без участия сознания. В организации непроизвольных поз участвуют условные и безусловные рефлексы. Специальные статические и статокинетические рефлексы поддержания позы (установочные рефлексы) происходят с участием продолговатого и среднего мозга.

Различают рабочую позу, обеспечивающую текущую деятельность, и предрабочую позу, которая необходима для подготовки к предстоящему действию. Поза может быть удобной (и тогда работоспособность человека повышается) и неудобной, при которой эффективность работы снижается. Например, при стендовой стрельбе в положении стоя опытные спортсмены так распределяют нагрузку на части скелета, что на ЭМГ наблюдается минимальная активность мышц туловища. Это позволяет спортсменам длительное время стоять без утомления. В то же время у менее подготовленных стрелков при плохой организации позы имеется значительное напряжение мышц, что быстро приводит к утомлению и снижению точности стрельбы.

Работая в условиях неподвижной позы человек, выполняет статическую работу. При этом его мышцы работают в изометрическом режиме и их механическая работа равна нулю, так как отсутствует перемещение тела или его частей, (поскольку $A = P \cdot H$, а $H = 0$, то и $A = 0$). Однако с физиологической точки зрения человек испытывает определенную нагрузку, тратит на нее энергию, устает, и его работа может оцениваться по длительности ее выполнения. В спорте, как правило, статическая работа связана с большим напряжением мышц.

В центральной нервной системе (в первую очередь — в моторной области коры) при такой работе создается мощный очаг возбуждения — рабочая доминанта, которая оказывает тормозящее влияние на другие нервные центры, в частности на центры дыхания и сердечной деятельности. Так как при этом, в отличие от динамической работы, активность нервных центров должна поддерживаться непрерывно, без интервалов отдыха, то статические напряжения весьма утомительны и не могут поддерживаться длительное время. Специфические системы взаимосвязанной активности нервных центров проявляются в коре больших полушарий у спортсменов (по данным ЭЭГ) лишь при достаточных статических усилиях (например, у штангистов при подъеме штанги весом не менее 70-80% от максимальной произвольной силы), одновременно в мышцах в реакцию вовлекаются наименее возбудимые и мощные быстрые двигательные единицы. Этим объясняется необходимость включения в тренировочные занятия максимальных и околомаксимальных нагрузок.

В двигательном аппарате при статической работе наблюдается непрерывная активность мышц, что делает ее более утомительной, чем динамическая работа с той же нагрузкой.

Лишь при статических напряжениях, не превышающих 7-8% от максимальных, кровоснабжение мышц обеспечивает необходимый кислородный запрос. При 20-процентных статических усилиях кровоток через мышцу уменьшается в 5-6 раз, а при усилиях более 30% от максимальной произвольной силы — прекращается вовсе (рис. 29).

В настоящее время обнаружено, что артериальное давление в мышцах при статической работе может достигать 400-500 мм рт.ст., так как это необходимо для преодоления периферического сопротивления кровотоку. Однако даже прекращение кровотока заметно не снижает работу мышц, так как в них имеются запасы кислорода и анаэробных источников энергии, а сама работа кратковременна.

Изменения вегетативных функций демонстрируют так называемый феномен статических усилий (или феномен Л. Индгарта-Верещагина): в момент выполнения работы уменьшаются ЖЕЛ, глубина и минутный объем дыхания, падает ЧСС и потребление кислорода, а после окончания работы наблюдается резкое повышение этих показателей. Этот эффект больше выражен у новичков, но по мере адаптации спортсменов к статической работе он проявляется гораздо меньше.

При статической работе содержание кислорода в альвеолах легких зависит от принятой позы: из-за ухудшения легочного кровотока и неравномерности вентиляции различных долей легких оно составляет в позе стояния — 14.9%, сидения — 14.4%, лежа — 14.1%.

При значительных усилиях наблюдается явление натуживания, которое представляет собой выдох при закрытой голосовой щели, в результате чего туловище получает хорошую механическую опору, а сила скелетных

мышц увеличивается.

Напряжение скелетных мышц при позно-тонических реакциях и статических усилиях оказывает в результате повышенной проприо-цептивной импульсации регулирующее влияние на вегетативные процессы — мотормоторно-висцеральные рефлексы (Могендович М. Р., 1972). Это, в частности, нарастание ЧСС (моторно-кардиальные рефлексы) и угнетение работы почек — уменьшение диуреза (моторно-ренальные рефлексы). Так, при положении вниз головой ЧСС составляет — 50, при лежании — 60, сидении — 70, стоянии — 75 уд • мин⁻¹, а количество мочи, образовавшейся за 1.5 часа, в позе лежания — 177 мл, а в позе стояния — 136 мл.

8.4. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНДАРТНЫХ ЦИКЛИЧЕСКИХ И АЦИКЛИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

Стандартные или стереотипные движения характеризуются сравнительным постоянством движений и их последовательностью, закрепляемой в виде двигательного динамического стереотипа. По структуре движений различают циклические и ациклические стандартные движения.

8.4.1. СТАНДАРТНЫЕ ЦИКЛИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ

Стандартные циклические упражнения отличаются повторением одних и тех же двигательных актов (1 — 2 — 1 — 2 — 1 — 2 и т. д.). По предельной длительности работы они подразделяются на 4 зоны относительной мощности — максимальную, субмаксимальную, большую и умеренную.

Работа максимальной мощности продолжается до 20-30 с (например, спринтерский бег на 60, 100 и 200 м; плавание на 25 и 50 м; велогонки на треке — гиты на 200 и 500 м и т. п.).

Такая работа относится к анаэробным алактатным нагрузкам, т. е. выполняется на 90-95% за счет энергии фосфагенной системы — АТФ и КрФ. Единичные энерготраты — предельные и достигают 4 ккал с⁻¹, зато суммарные — минимальны (около 80 ккал). Огромный кислородный запрос (порядка 8 л или в пересчете на 1 мин ~ 40 л) во время работы удовлетворяется крайне незначительно (менее 0.1 л), но кислородный долг не успевает достичь большой величины из-за кратковременности нагрузки. Короткий рабочий период недостаточен для заметных сдвигов в системах дыхания и кровообращения. Однако, в силу высокого уровня предстартового возбуждения ЧСС достигает высокого значения — до 200 уд • мин⁻¹. В результате активного выхода из печени углеводов в крови обнаруживается повышенное содержание глюкозы — гипергликемия.

Ведущими системами организма при работе в зоне максимальной мощности являются центральная нервная система и двигательный аппарат, так как требуется высокий уровень возбудимости и лабильности нервных центров и скелетных мышц, хорошая подвижность нервных процессов, способность к быстрому расслаблению мышечных волокон и достаточные запасы в них креатинфосфата.

Работа субмаксимальной мощности продолжается от 20-30 с до 3-5 мин (например, бег на средние дистанции — 400, 800, 1000 и 1500 м; плавание на дистанции 100, 200 и 400 м; скоростной бег на коньках на 500, 1000, 1500 и 3000 м; велогонки — гиты на 1000 м; гребля — 500, 1000 м и др.).

Сюда относятся нагрузки анаэробно-аэробного характера. С увеличением дистанции скорость локомоций в этой зоне резко падает, и, соответственно, быстро снижаются единичные энерготраты (от 1.5 до 0.6 ккал с⁻¹), зато суммарные энерготраты возрастают (от 150 до 450 ккал). Покрытие энерготрат преимущественно за счет анаэробных реакций гликолиза приводит к предельному нарастанию концентрации лактата в крови (до 20-25 ммоль • л⁻¹), которая увеличивается по сравнению с уровнем покоя в 25 раз. В этих условиях рН крови снижается до 7.0 и менее. Длительность работы достаточна для максимального усиления функций дыхания и кровообращения, в результате достигается МПК. ЧСС находится на уровне 180 уд • мин⁻¹. Несмотря на это, потребление кислорода удовлетворяет на дистанции лишь 1/3 очень высокого кислородного запроса (на разных дистанциях от 2.5 до 8.5 л • мин⁻¹), а кислородный долг, составляющий 50-80% от запроса, возрастает у высококвалифицированных спортсменов до предельной величины — порядка 20-22 л. В связи с этим стабилизация потребления кислорода и показателей кардиореспираторной системы, достигаемая к концу дистанции, получила название кажущегося или ложного устойчивого состояния (рис. 30).

Ведущими физиологическими системами обеспечения работы в зоне субмаксимальной мощности являются кислородтранспортные системы — кровь, кровообращение и дыхание, а также центральная нервная система, роль которой очень велика, так как она должна управлять движениями, осуществляемыми с очень высокой скоростью, в условиях недостаточного кислородного снабжения самих нервных центров.

Работа большой мощности продолжается от 5-6 мин до 20-30 мин. Сюда относятся циклические упражнения с преодолением длинных дистанций — бег на 3000, 5000, 10000 м; плавание на 800, 1500 м; бег на коньках — 5000, 10000 м; лыжные гонки — 5, 10 км; гребля — 1.5, 2 км и др. Работа в этой зоне мощности характеризуется как аэробно-анаэробная. Особенное значение здесь, наряду с глико-литическим энергообразованием, имеют реакции окисления углеводов (глюкозы). Максимальное усиление функций кардиореспираторной системы обеспечивает достижение организмом спортсмена МПК. Однако кислородный долг, составляя 10-30% от запроса, при большой длительности работы достигает к концу дистанции большой величины (12-15 л). Этим объясняется высокая концентрация лактата в крови (около ЮмМоль • л⁻¹) и заметное снижение рН крови.

На протяжении дистанции наблюдается стабилизация показателей потребления кислорода, дыхания и

кровообращения, хотя полного удовлетворения потребления кислорода во время работы не происходит, т. е. устанавливается кажущееся устойчивое состояние. ЧСС сохраняется достаточно постоянно на оптимальном рабочем уровне — 180 уд ■ мин⁻¹. Единичные энерготраты — невысоки (0.5-0.4 ккал ■ с⁻¹), но суммарные энерготраты достигают 750-900 ккал.

Ведущее значение в зоне большой мощности имеют функции кар-диореспираторной системы, а также системы терморегуляции и желез внутренней секреции.

Работа умеренной мощности продолжается от 30-40 мин до нескольких часов. Сюда входят сверхдлинные беговые дистанции — 20,30 км, марафон 42195 м, шоссейные велогонки — 100 км и более, лыжные гонки — 15, 30,50 км и более, спортивная ходьба на дистанциях от 10 до 50 км, гребля на байдарках и каноэ — 10000 м, сверхдлинные заплывы и пр.

Энергообеспечение осуществляется почти исключительно аэробным путем, причем по мере расходования глюкозы происходит переход на окисление жиров. Единичные энерготраты — незначительны (до 0.3 ккал ■ с⁻¹), зато суммарные энерготраты огромны — до 2-3 тыс. ккал и более. Потребление кислорода в этой зоне мощности составляет около 70-80% МПК и практически покрывает кислородный запрос во время работы, так что кислородный долг к концу дистанции составляет менее 4 л, а концентрация лактата почти не превышает нормы (около 1-2 ммоль ■ л⁻¹). Сдвиги показателей дыхания и кровообращения ниже максимальных. ЧСС держится на уровне 160-180 уд ■ мин⁻¹. Несмотря на переключение окислительных процессов на утилизацию жиров (происходящую, например, у марафонцев после пробегания начальных 30 км пути), на дистанции продолжается расход углеводов. Это приводит к уменьшению почти в 2 раза содержания в крови глюкозы — явлению гипогликемии. Это резко нарушает функции ЦНС, координацию движений, ориентацию в пространстве, а в тяжелых случаях вызывает потерю сознания. К тому же длительная монотонная работа приводит также к запредельному торможению в ЦНС, называемому еще охранительным торможением, так как оно снижая темп движения или прекращая работу, предохраняет организм спортсмена, в первую очередь нервные клетки, от разрушения и гибели.

Ведущее значение в зоне умеренной мощности имеют большие запасы углеводов, предотвращающие гипогликемию, и функциональная устойчивость ЦНС к монотонии, противостоящая развитию запредельного торможения.

8.4.2. СТАНДАРТНЫЕ АЦИКЛИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ

Данная группа движений характеризуется стереотипной программой двигательных актов, но в отличие от циклических упражнений, эти акты разнообразны (1—2—3—4 и т. д.). Их подразделяют на движения качественного значения, оцениваемые в баллах — гимнастика, акробатика, фигурное катание, прыжки в воду, на батуте и др., и на движения, имеющие количественную оценку. Среди движений с количественной оценкой выделяют:

Собственно-силовые, характерные, например, для тяжелой атлетики, где сила спортсмена направлена на преодоление массы поднимаемой штанги, ускорение штанги изменяется мало (согласно второму закону Ньютона сила равна произведению массы на сообщаемое ей ускорение, в данном случае $F_{\max} = m \cdot a$).

Скоростно-силовые (прыжки, метания), где вес ядра, молота, диска, копья или вес собственного тела спортсмена — величина неизменная, а спортивный результат определяется заданным снаряду или телу ускорением, т. е. $F_{\max} = m \cdot a_{\max}$.

Прицельные движения (стрельба пулевой, излука, городки, дартс и пр.), требующие устойчивости позы, тонкой мышечной координации, точности анализа сенсорной информации.

Во всех этих упражнениях сочетается динамическая и статическая работа анаэробного (прыжки, метания) или анаэробно-аэробного характера (например, вольные упражнения в гимнастике, произвольная программа в фигурном катании и др.), которые по длительности выполнения соответствуют зонам максимальной и субмаксимальной мощности. Суммарные энерготраты здесь невысоки из-за краткости выполнения, кислородный запрос на работу и кислородный долг (~ 2 л) малы. Значительных требований к вегетативным системам организма не предъявляется. Выполнение упражнений требует хорошей координации, пространственной и временной точности движений, развитого чувства времени, концентрации внимания, значительной абсолютной и относительной силы.

Ведущими системами являются ЦНС, сенсорные системы, двигательный аппарат.

8.5. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕСТАНДАРТНЫХ ДВИЖЕНИЙ

К нестандартным или ситуационным движениям относят спортивные игры (баскетбол, волейбол, теннис, футбол, хоккей и др.) и единоборства (бокс, борьба, фехтование). К этой же группе причисляют кроссы из-за большой сложности профиля современных трасс. Для этих движений характерны:

- переменная мощность работы (от максимальной до умеренной или полной остановки спортсмена), сопряженная с постоянными изменениями структуры двигательных действий и направления движений;
- изменчивость ситуации, сочетаемая с дефицитом времени.

Нестандартные упражнения характеризуются ациклической или смешанной (циклической и ациклической)

структурой движений, преобладанием динамической скоростно-силовой работы (в борьбе существенны и статические напряжения), высокой эмоциональностью.

В отношении ЦНС предъявляются высокие требования к «творческой» функции мозга из-за отсутствия стандартных программ двигательной деятельности. Особое значение имеют процессы восприятия и переработки информации в крайне ограниченные интервалы времени, что требует повышенного уровня пропускной способности мозга. Спортсмену необходима не только оценка текущей ситуации, но и предвосхищение возможных ее будущих изменений, т. е. развитая способность к экстраполяции.

При выполнении ударных действий и бросков (мяча, шайбы) основная рабочая фаза движений занимает десятые и сотые доли секунды. Это исключает внесение сенсорных коррекций в текущий двигательный акт, следовательно, все движение должно быть заранее и очень точно запрограммировано. При этом сама программа действия и имеющиеся двигательные навыки спортсмена должны постоянно варьировать в зависимости от изменений условий их выполнения (исключение могут составлять только штрафные броски и удары). Все эти условия ситуационной деятельности требуют высокой возбудимости и лабильности нервных центров, силы и подвижности нервных процессов, преимущественного представительства среди спортсменов таких типов ВНД как холерик и сангвиник, помехоустойчивости к значительной нервно-эмоциональной напряженности, а также специфических черт умственной работоспособности — развитого оперативного мышления, большого объема и концентрации внимания, а в командных играх — и распределения внимания, способности к правильному принятию решений и быстрой мобилизации из памяти тактических комбинаций, двигательных навыков и умений для эффективного решения тактических задач.

Роль сенсорных систем исключительно велика, особенно дистантных — зрительной и слуховой. В ситуационной деятельности имеют значение как центральное зрение (при бросках мяча в кольцо, нанесении ударов в боксе, фехтовании и т. п.), так и периферическое (для ориентировки на поле, ринге). Для четкого восприятия действий игроков, соперников и летящего мяча, шайбы, особенно при больших скоростях (мяча в теннисе, шайбы в хоккее — до $200 \text{ км} \cdot \text{час}^{-1}$ и более) и малых размерах (настольный теннис) спортсмену необходимы хорошая острота и глубина зрения, идеальный мышечный баланс глаз, а в командных играх — большие размеры поля зрения. Для ориентации в пространстве и во времени имеет важное значение слуховая сенсорная система. Резкие изменения направления и формы движений, повороты, падения, броски вызывают сильное раздражение отолитового и ампулярного аппаратов вестибулярной сенсорной системы. Требуется высокая вестибулярная устойчивость, чтобы не происходили при этом нарушения координации движений и негативные вегетативные реакции. В двигательной сенсорной системе занятия ситуационными видами спорта вызывают повышение проприоцептивной чувствительности в тех суставах, которые имеют основное значение в данном виде спорта (например, у баскетболистов — в лучезапястном суставе, у футболистов — в голеностопном).

Занятия ситуационными упражнениями развивают в двигательном аппарате высокую возбудимость и лабильность скелетных мышц, хорошую синхронизацию скоростных возможностей разных мышечных групп. Развитие силы и скоростно-силовых способностей помогает осуществлению точных и резких бросков и ударов. Требуется также хорошая гибкость (например, в борьбе) и выносливость.

Энерготраты в ситуационных упражнениях сравнительно ниже, чем в циклических. В связи с большими различиями в размерах площадок, числе участников, темпе движений соотношение аэробных и анаэробных процессов энергообразования заметно различается: в волейболе, например, преобладают аэробные нагрузки, в футболе — аэробно-анаэробные, в хоккее с шайбой — анаэробные. Переменная мощность физических нагрузок позволяет во многом удовлетворять кислородный запрос уже во время работы и снижает величину кислородного долга.

Основной характеристикой вегетативных функций в ситуационных движениях является не достигнутый во время нагрузки рабочий уровень, а степень его соответствия мощности работы в данный момент. ЧСС, постоянно изменяясь, колеблется, в основном, в диапазоне от 130 до 180–190 уд/мин; частота дыхания — от 40 до 60 вдохов в 1 мин. Величины ударного и минутного объема крови, глубины и минутного объема дыхания, МПК при работе скромнее, чем у спортсменов в циклических видах спорта. В связи с большими потерями воды, а также рабочими энерготратами, масса тела спортсмена, особенно после соревновательных нагрузок, снижается на 1–3 кг.

Ведущими системами являются ЦНС, сенсорные системы, двигательный аппарат.

9. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ

Двигательная деятельность человека, в том числе спортивная характеризуется определенными качественными параметрами. В числе основных физических качеств различают мышечную силу, быстроту, выносливость, ловкость и гибкость. Ряд авторов выделяют в виде основного качества скоростно-силовые возможности человека.

Развитие физических качеств в разной мере зависит от врожденных особенностей. Вместе с тем в индивидуальном развитии ведущим механизмом является условно-рефлекторный. Этот механизм обеспечивает качественные особенности двигательной деятельности конкретного человека, специфику их проявления и взаимоотношений. При тренировке скелетных мышц (и соответствующих отделов центральной нервной системы) одной стороны тела условно-рефлекторным путем достигаются идентичные реакции отделов нервной системы и мышц другой половины тела, обеспечивающие развитие данного качества на неупражнявшихся симметричных мышцах.

Для проявления физических качеств характерна их меньшая осознаваемость по сравнению с двигательными навыками, большая значимость для них биохимических, морфологических и вегетативных изменений в организме.

9.1. ФОРМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ, МЕХАНИЗМЫ И РЕЗЕРВЫ РАЗВИТИЯ СИЛЫ

Сила является одним из ведущих физических качеств спортсмена. Она необходима при выполнении многих спортивных упражнений, особенно в стандартных ациклических видах спорта (тяжелой атлетике, спортивной гимнастике, акробатике и др.).

9.1.1. ФОРМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ СИЛЫ

Сила мышцы — это способность за счет мышечных сокращений преодолевать внешнее сопротивление. При ее оценке различают абсолютную и относительную мышечную силу.

Абсолютная сила — это отношение мышечной силы к физиологическому поперечнику мышцы (площади поперечного разреза всех мышечных волокон). Она измеряется в Ньютонах или килограммах силы на 1 см² (Н / см² или кг / см²). В спортивной практике измеряют динамометром силу мышцы без учета ее поперечника.

Относительная сила — это отношение мышечной силы к ее анатомическому поперечнику (толщине мышцы в целом, которая зависит от числа и толщины отдельных мышечных волокон). Она измеряется в тех же единицах. В спортивной практике для ее оценки используют более простой показатель: отношение мышечной силы к массе тела спортсмена, т. е. в расчете на 1 кг.

Абсолютная мышечная сила необходима в собственно-силовых упражнениях, где максимальное изометрическое напряжение обеспечивает преодоление большого внешнего сопротивления — при подъемах штанги максимального или околосреднего веса, при выполнении в гимнастике стойки на кистях, переднего и заднего равновесия на кольцах и упора руки в сторону («крест») и др. Относительная мышечная сила определяет успешность перемещения собственного тела (например, в прыжках).

В зависимости от режима мышечного сокращения различают 1) статическую (изометрическую) силу, проявляемую при статических усилиях, и 2) динамическую силу — при динамической работе, в том числе так называемую взрывную силу.

Взрывная сила определяется скоростно-силовыми возможностями человека, которые необходимы для придания возможно большего ускорения собственному телу или спортивному снаряду (например, при стартовом разгоне). Она лежит в основе таких важных для спортсмена качеств как прыгучесть (при прыжках) или резкость (в метаниях, ударах). При проявлении взрывной силы важна не столько величина силы, сколько ее нарастание во времени, т.е. градиент силы. Чем меньше длительность нарастания силы до ее максимального значения, тем выше результативность выполнения прыжков, метаний, бросков, ударов.

Скоростно-силовые возможности человека в большей мере зависят от наследственных свойств организма, чем абсолютная изометрическая сила.

9.1.2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ СИЛЫ

В развитии мышечной силы имеют значение: 1) внутримышечные факторы, 2) особенности нервной регуляции и 3) психофизиологические механизмы.

Внутримышечные факторы развития силы включают в себя биохимические, морфологические и функциональные особенности мышечных волокон.

Физиологический поперечник, зависящий от числа мышечных волокон (он наибольший для мышц с перистым строением).

Состав (композиция) мышечных волокон: соотношение слабых и более возбудимых медленных мышечных волокон (окислительных, малоутомляемых) и более мощных высокопороговых быстрых мышечных волокон (гликолитических, утомляемых).

- Миофибриллярная гипертрофия мышцы — т.е. увеличение мышечной массы, которая развивается при

силовой тренировке в результате адаптационно-трофических влияний и характеризуется ростом толщины и более плотной упаковкой сократительных элементов мышечного волокна — миофибрилл. (При этом окружность плеча может достигать 80 см, а бедра — 95 см и более).

Нервная регуляция обеспечивает развитие силы за счет совершенствования деятельности отдельных мышечных волокон, двигательных единиц (ДЕ) целой мышцы и межмышечной координации. Она включает следующие факторы.

Увеличение частоты нервных импульсов, поступающих в скелетные мышцы от мотонейронов спинного мозга и обеспечивающих переход от слабых одиночных сокращений их волокон к мощным тетаническим.

Активация многих ДЕ— при увеличении числа вовлеченных в двигательный акт ДЕ повышается сила сокращения мышцы.

Синхронизация активности ДЕ— одновременное сокращение возможно большего числа активных ДЕ резко увеличивает силу тяги мышцы.

Межмышечная координация — сила мышцы зависит от деятельности других мышечных групп: сила мышцы растет при одновременном расслаблении ее антагониста, она уменьшается при одновременном сокращении других мышц и увеличивается при фиксации туловища или отдельных суставов мышцами-антагонистами. Например, при подъеме штанги возникает явление натуживания (выдох при закрытой голосовой щели), приводящее к фиксации мышцами туловища спортсмена и создающее прочную основу для преодоления поднимаемого веса.

Психофизиологические механизмы увеличения мышечной силы связаны с изменениями функционального состояния (бодрости, сонливости, утомления), влияниями мотиваций и эмоций, усиливающих симпатические и гормональные воздействия со стороны гипофиза, надпочечников и половых желез; биоритмов.

Важную роль в развитии силы играют мужские половые гормоны (андрогены), которые обеспечивают увеличение синтеза сократительных белков в скелетных мышцах. Их у мужчин в 10 раз больше, чем у женщин. Этим объясняется больший тренировочный эффект развития силы у спортсменов по сравнению со спортсменками, даже при абсолютно одинаковых тренировочных нагрузках.

Открытие эффекта андрогенов привело к попыткам ряда тренеров и спортсменов использовать для развития силы аналоги половых гормонов — анаболические стероиды. Однако, вскоре обнаружили пагубные последствия их приема. В результате действия анаболиков у спортсменов-мужчин подавляется функция собственных половых желез (вплоть до полной импотенции и бесплодия), а у женщин-спортсменок происходит изменение вторичных половых признаков по мужскому типу (огрубение голоса, изменение характера оволосения) и нарушается специфический биологический цикл женского организма (возникают отклонения в длительности и регулярности месячного цикла, вплоть до полного его прекращения и подавления детородной функции). Особенно тяжелые последствия наблюдаются у спортсменов-подростков. В результате подобные препараты были отнесены к числу запрещенных допингов.

Попытки заставить мышцу развивать мощные тетанические сокращения с помощью электростимуляции также не привели к успеху. Эффект воздействия прекращался через 1–2 недели, а искусственно вызванная способность развивать сильные сокращения не могла полноценно использоваться, так как не включалась в необходимые двигательные навыки.

9.1.3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗЕРВЫ СИЛЫ

У каждого человека имеются определенные резервы мышечной силы, которые могут быть включены лишь при экстремальных ситуациях (чрезвычайная опасность для жизни, чрезмерное психоэмоциональное напряжение и т.п.).

В условиях электрического раздражения мышцы или под гипнозом можно выявить максимальную мышечную силу, которая окажется больше той силы, которую человек проявляет при произвольном усилии — так называемой максимальной произвольной силы. Разница между максимальной мышечной силой и максимальной произвольной силой называется дефицитом мышечной силы. Эта величина уменьшается в ходе силовой тренировки, так как происходит перестройка морфофункциональных возможностей мышечных волокон и механизмов их произвольной регуляции.

У систематически тренирующихся спортсменов наряду с экономизацией функций происходит относительное увеличение общих и специальных физиологических резервов. При этом первые реализуются через общие для различных упражнений проявления физических качеств, а вторые — в виде специальных для каждого вида спорта навыков и особенностей силы, быстроты и выносливости.

К числу общих функциональных резервов мышечной силы отнесены следующие факторы:

- включение дополнительных ДЕ в мышце;
- синхронизация возбуждения ДЕ в мышце;
- своевременное торможение мышц-антагонистов;
- координация (синхронизация) сокращений мышц-агонистов;
- повышение энергетических ресурсов мышечных волокон;
- переход от одиночных сокращений мышечных волокон к тетаническим;

усиление сокращения после оптимального растяжения мышцы;
адаптивная перестройка структуры и биохимии мышечных волокон (рабочая гипертрофия, изменение соотношения объемов медленных и быстрых волокон и др.).

9.2. ФОРМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ, МЕХАНИЗМЫ И РЕЗЕРВЫ РАЗВИТИЯ БЫСТРОТЫ

Значительная часть спортивных упражнений не только требует максимально возможного развития скорости движений, но и происходит в условиях дефицита времени. Достижение успеха в подобных упражнениях возможно лишь при хорошем развитии физического качества быстроты.

9.2.1. ФОРМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ БЫСТРОТЫ

Быстрота— это способность совершать движения в минимальный для данных условий отрезок времени. Различают комплексные и элементарные формы проявления быстроты.

В естественных условиях спортивной деятельности быстрота проявляется обычно в комплексных формах, включающих скорость двигательных действий и кратковременность умственных операций., и в сочетании с другими качествами.

К элементарным формам проявления быстроты относятся следующие.

Общая скорость однократных движений (или время одиночных действий) — например, прыжков, метаний.

Время двигательной реакции — латентный (скрытый) период простой (без выбора) и сложной (с выбором) сенсомоторной реакции, реакции надвигающийся объект (имеющее особенное значение в ситуационных упражнениях и спринте).

Максимальный темп движений, характерный, например, для спринтерского бега.

Оценка времени двигательной реакции (ВДР) производится от момента подачи сигнала до ответного действия. Она является одним из наиболее распространенных показателей при тестировании быстроты. Это время чрезвычайно мало для передачи возбуждения от рецепторов в нервные центры и от них к мышцам. В основном оно затрачивается на проведение и обработку информации в высших отделах мозга и поэтому служит показателем функционального состояния центральной нервной системы.

У нетренированных лиц величина ВДР при движении пальцем в ответ на световой сигнал укорачивается с возрастом от 500 -800 мс у детей 2 -3-х лет до 190 мс у взрослых людей. Для спортсменов характерны более короткие величины этой реакции: в среднем, 120 мс у спортсменов и 140 мс — у спортсменок. У высококвалифицированных представителей ситуационных видов спорта и бегунов на короткие дистанции эти величины еще меньше — порядка 110 мс, в отличие от бегунов-стайеров, показывающих 200-300 мс и более.

При выполнении специализированных упражнений ВДР у высококвалифицированных спортсменов также очень невелико. Так, стартовое время (от выстрела стартового пистолета до ухода со старта) у бегунов-спринтеров, участников Олимпийских игр и чемпионатов мира, составляет, в среднем, при беге на 50-60 м 139 мс у муж-чины 159 мс у женщин, при беге на 100 м, соответственно, 150-160 мс и 190 мс. Знаменитый спринтер Бен Джонсон мог уходить со старта через 99,7 мс. По теоретическим расчетам ВДР, равное 80-90 мс, вообще составляет для человека предел его функциональных возможностей.

Факторами, влияющими на ВДР, являются врожденные особенности человека, его текущее функциональное состояние, мотивации и эмоции, спортивная специализация, уровень спортивного мастерства, количество воспринимаемой спортсменом информации.

Другим простым показателем быстроты является максимальный темп постукиваний пальцем за короткий интервал времени — 10 с, так называемый теппинг- тест. Взрослые лица производят 50-60 движений за 10 с, спортсмены ситуационных видов спорта и спринтеры — порядка 60-80 движений и более.

Особым проявлением быстроты является скорость специализированных умственных операций: при решении тактических задач высококвалифицированные спортсмены затрачивают всего 0,5-1,0 с, а время принятия решения составляет у них половину этого периода.

9.2.2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ БЫСТРОТЫ

В основе проявления качества быстроты лежат индивидуальные особенности протекания физиологических процессов в нервной и мышечной системах. Быстрота зависит от следующих факторов.

- Лабильность — скорость протекания возбуждения в нервных и мышечных клетках.

Подвижность нервных процессов — скорость смены в коре больших полушарий возбуждения торможением и наоборот.

Соотношение быстрых и медленных мышечных волокон в скелетных мышцах.

Уровень лабильности и подвижности нервных процессов определяет скорость восприятия и переработки поступающей информации, а лабильность мышц и преобладание быстрых двигательных единиц — скорость мышечного компонента быстроты (сокращения и расслабления мышцы, максимальный темп движений).

В сложных ситуациях, требующих реакции с выбором, и при увеличении поступающей информации большое значение имеет пропускная способность мозга спортсмена — количество перерабатываемой информации за единицу времени. Величина ВДР прямо-пропорционально нарастает с увеличением числа возможных

альтернативных решений — до 8 альтернатив, а при большем их числе оно резко и непропорционально повышается.

При осуществлении/секции на движущийся объект (РДО) большое значение приобретают явления экстраполяции, позволяющие предвидеть возможные траектории перемещения соперников или спортивных снарядов, что ускоряет подготовку ответных действий спортсмена. Это особенно необходимо, например, в хоккее, теннисе, стрельбе полетающим тарелкам и т. п. Способствуют этому и поисковые движения глаз: быстрота действий спортсмена здесь связана со скоростными возможностями мышц глазо-двигательного аппарата, без которых невозможно эффективно осуществлять следящие движения.

9.2.3. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВЫ РАЗВИТИЯ БЫСТРОТЫ

В особых ситуациях (электрическое раздражение, гипноз, сильное эмоциональное потрясение) у человека может неимоверно возрасти быстрота его реакций. Так, например, максимальный темп постукиваний достигает 15 в 1 с, хотя при произвольных движениях он не превышает 6-12 в 1 с. Это доказывает наличие физиологических резервов быстроты даже у нетренированного человека.

В процессе спортивной тренировки рост быстроты обусловлен следующими механизмами.

Увеличение лабильности нервных и мышечных клеток, ускоряющих проведение возбуждения по нервам и мышцам.

Рост лабильности и подвижности нервных процессов, увеличивающих скорость переработки информации в мозгу.

Сокращение времени проведения возбуждения через межнейронные и нервно-мышечные синапсы.

Синхронизация активности ДЕ в отдельных мышцах и разных мышечных группах.

Своевременное торможение мышц-антагонистов.

Повышение скорости расслабления мышц.

Для каждого человека имеются свои пределы роста быстроты, контролируемые генетически. Скорость ее нарастания также является врожденным свойством. Кроме того, в спорте существует явление стабилизации скорости движений на некотором достигнутом уровне. Повысить этот предел произвольно обычно не удастся, и в тренировке применяются специальные средства: бег под горку, бег на тредбане с повышенной скоростью с использованием виса на ремнях, бег за мотоциклом, за лошадью, плавание с тянущей резиной и т. п. Этим путем достигается дополнительное повышение лабильности нервных центров и работающих мышц.

9.3. ФОРМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ, МЕХАНИЗМЫ И РЕЗЕРВЫ РАЗВИТИЯ ВЫНОСЛИВОСТИ

Выносливостью называют способность наиболее длительно или в заданных границах времени выполнять специализированную работу без снижения ее эффективности. Ее определяют также как способность преодолевать развивающееся утомление или снижение работоспособности человека.

9.3.1. ФОРМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ВЫНОСЛИВОСТИ

Различают 2 формы проявления выносливости — общую и специальную.

Общая выносливость характеризует способность длительно выполнять любую циклическую работу умеренной мощности с участием больших мышечных групп, а специальная выносливость проявляется в различных конкретных видах двигательной деятельности.

Физиологической основой общей выносливости является высокий уровень аэробных возможностей человека — способность выполнять работу за счет энергии окислительных реакций.

Аэробные возможности зависят от:

аэробной мощности, которая определяется абсолютной и относительной величиной максимального потребления кислорода (МПК);

аэробной емкости — суммарной величины потребления кислорода на всю работу.

Специальная выносливость определяется теми требованиями, которые предъявляются конкретными физическими нагрузками организму спортсмена.

9.3.2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ ВЫНОСЛИВОСТИ

Общая выносливость зависит от доставки кислорода работающим мышцами, главным образом, определяется функционированием кислородтранспортной системы: сердечно-сосудистой, дыхательной и системой крови.

Развитие общей выносливости прежде всего обеспечивается разносторонними перестройками в дыхательной системе. Повышение эффективности дыхания достигается:

увеличением (на 10-20 %) легочных объемов и емкостей (ЖЕЛ достигает 6-8 л и более),

нарастанием глубины дыхания (до 50-55% ЖЕЛ),

увеличением диффузионной способности легких, что обусловлено увеличением альвеолярной поверхности и объема крови в легких, протекающей через расширяющуюся сеть капилляров,

увеличением мощности и выносливости дыхательных мышц, что приводит к росту объема вдыхаемого воздуха по отношению к функциональной остаточной емкости легких (остаточному объему и резервному объему

выдоха).

Все эти изменения способствуют также экономизации дыхания: большему поступлению кислорода в кровь при меньших величинах легочной вентиляции. Повышение возможности более выгодной работы за счет аэробных источников энергии позволяет спортсмену дольше не переходить к энергетически менее выгодному использованию анаэробных источников, т. е. повышает вентиляционный порог анаэробного обмена (ПАНО).

Решающую роль в развитии общей выносливости играют также морфофункциональные перестройки в сердечно-сосудистой системе, отражающие адаптацию к длительной работе:

увеличение объема сердца («большое сердце» особенно характерно для спортсменов-стайеров — рис. 31) и утолщение сердечной мышцы — спортивная гипертрофия,

рост сердечного выброса (увеличение ударного объема крови),

замедление частоты сердечных сокращений в покое (до 40-50 уд./мин) в результате усиления парасимпатических влияний — спортивная брадикардия, что облегчает восстановление сердечной мышцы и последующую ее работоспособность,

снижение систолического артериального давления в покое (ниже 105 мм рт.ст.) — спортивная гипотония.

В системе крови повышению общей выносливости способствуют:

- увеличение объема циркулирующей крови (в среднем на 20%) за счет, главным образом, увеличения объема плазмы, при этом адаптивный эффект обеспечивается: 1) снижением вязкости крови и соответствующим облегчением кровотока и 2) большим венозным возвратом крови, стимулирующим более сильные сокращения сердца,

увеличение общего количества эритроцитов и гемоглобина (следует заметить, что при росте объема плазмы показатели их относительной концентрации в крови снижаются),

уменьшение содержания лактата (молочной кислоты) в крови при работе, связанное, во-первых, с преобладанием в мышцах выносливых людей медленных волокон, использующих лактат как источник энергии, и во-вторых, обусловленное увеличением емкости буферных систем крови, в частности, ее щелочных резервов. При этом лактатный порог анаэробного обмена (ПАНО) также нарастает, как и вентиляционный ПАНО.

Несмотря на указанные адаптивные перестройки функций, в организме стайера происходят значительные нарушения постоянства внутренней среды (перегревание и переохлаждение, падение содержания глюкозы в крови и т. п.). Способность спортсмена переносить весьма длительные нагрузки обеспечивается его способностью «терпеть» такие изменения.

В скелетных мышцах у спортсменов", специализирующихся в работе на выносливость, преобладают медленные мышечные волокна (до 80-90 %). Рабочая гипертрофия протекает по саркоплазматическому типу, т.е. за счет роста объема саркоплазмы. В ней накапливаются запасы гликогена, липидов, миоглобина, становится богаче капиллярная сеть, увеличивается число и размеры митохондрий. Мышечные волокна при длительной работе включаются посменно, восстанавливая свои ресурсы в моменты отдыха.

В центральной нервной системе работа на выносливость сопровождается формированием стабильных рабочих доминант, которые обладают высокой помехоустойчивостью, отдавая развитие запредельного торможения в условиях монотонной работы. Особой способностью к длительным циклическим нагрузкам обладают спортсмены с сильной уравновешенной нервной системой и невысоким уровнем подвижности — флегматики.

Специальные формы выносливости характеризуются разными адаптивными перестройками организма в зависимости от специфики физической нагрузки.

Специальная выносливость в циклических видах спорта зависит от длины дистанции, которая определяет соотношение аэробного и анаэробного энергообеспечения.

В лыжных гонках на длинные дистанции соотношение аэробной и анаэробной работы порядка 95% и 5%; в академической гребле на 2 км, соответственно, 70% и 30%; в спринте — 5% и 95%. Это определяет разные требования к двигательному аппарату и вегетативным системам в организме спортсмена.

Специальная выносливость к статической работе базируется на высокой способности нервных центров и работающих мышц поддерживать непрерывную активность (без интервалов отдыха) в анаэробных условиях. Торможение вегетативных функций со стороны мощной моторной доминанты по мере адаптации спортсмена к нагрузке постепенно снижается, что облегчает дыхание и кровообращение. Статическая выносливость мышц шеи и туловища, содержащих больше медленных волокон, выше по сравнению с мышцами конечностей, более богатых быстрыми волокнами.

Силовая выносливость зависит от переносимости нервной системой и двигательным аппаратом многократных повторений натуживания, вызывающего прекращение кровотока в нагруженных мышцах и кислородное голодание мозга. Повышение резервов мышечного гликогена и кислородных запасов в миоглобине облегчает работу мышц. Однако почти полное и одновременное вовлечение в работу всех ДЕ лишает мышцы резервных ДЕ, что лимитирует длительность поддержания усилий.

Скоростная выносливость определяется устойчивостью нервных центров к высокому темпу активности. Она зависит от быстрого восстановления АТФ в анаэробных условиях за счет креатинфосфата и реакций гликолиза.

Выносливость в ситуационных видах спорта обусловлена устойчивостью центральной нервной системы и

сенсорных систем к работе переменной мощности и характера — «рваному» режиму, вероятностным перестройкам ситуации, многоальтернативному выбору, сохранению координации при постоянном раздражении вестибулярного аппарата.

Выносливость к вращениям и ускорениям требует хорошей устойчивости вестибулярной сенсорной системы. Квалифицированные фигуристы, например, без отрицательных соматических и вегетативных реакций могут переносить до 300 вращений на кресле Барани. После многократных вращений вокруг вертикальной оси в висе (тест Вертикаль) у этих спортсменов практически отсутствует так называемое время поиска стабильной позы после опускания на опору. Активные вращения при выполнении специальных упражнений в большей мере способствуют повышению вестибулярной устойчивости, чем пассивные вращения на тренажерах.

Выносливость к гипоксии, характерная, например, для альпинистов, связана с понижением тканевой чувствительности нервных центров, сердечной и скелетных мышц к недостатку кислорода. Это свойство в значительной мере является врожденным. Лишь несколько спортсменов-альпинистов во всем мире смогли подняться на высоту более 8 тыс. м (Эверест) без кислородного прибора.

9.3.3. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВЫ ВЫНОСЛИВОСТИ

Физиологические резервы выносливости включают в себя:

мощность механизмов обеспечения гомеостаза — адекватная деятельность сердечно-сосудистой системы, повышение кислородной емкости крови и емкости ее буферных систем, совершенство регуляции водно-солевого обмена выделительной системой и регуляции теплообмена системой терморегуляции, снижение чувствительности тканей к сдвигам гомеостаза;

тонкая и стабильная нервно-гуморальная регуляция механизмов поддержания гомеостаза и адаптация организма к работе в измененной среде (так называемому гомеокинезу).

Развитие выносливости связано с увеличением диапазона физиологических резервов и большими возможностями их мобилизации. Особенно важно развивать в процессе тренировки способность к мобилизации функциональных резервов мозга спортсмена в результате произвольного преодоления скрытого утомления. Более длительное и эффективное выполнение работы связано не столько с удлинением периода устойчивого состояния, сколько с ростом продолжительности периода скрытого утомления. Волевая мобилизация функциональных резервов организма позволяет за счет повышения физиологической стоимости работы сохранять ее рабочие параметры — скорость локомоции, поддержание заданных углов в суставах при статическом напряжении, силу сокращения мышц, сохранение техники движения.

9.4. ПОНЯТИЕ О ЛОВКОСТИ И ГИБКОСТИ; МЕХАНИЗМЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ РАЗВИТИЯ

Ловкость и гибкость относят к числу основных физических качеств. Ловкость достаточно хорошо развивается в процессе индивидуальной жизни человека, в том числе при спортивной тренировке. Качество ловкости представляет собой сложный комплекс способностей. В противоположность этому гибкость находится под значительным генетическим контролем и требуется тщательный отбор и раннее ее развитие в онтогенезе.

Ловкостью считают:

способность создавать новые двигательные акты и двигательные навыки;

быстро переключаться с одного движения на другое при изменении ситуации;

выполнять сложнокоординационные движения.

Таким образом, под ловкостью, с одной стороны, понимают определенные творческие способности человека незамедлительно формировать двигательное поведение в новых, необычных условиях, а с другой стороны, — координационные его возможности.

Критериями ловкости являются координационная сложность, точность движений и быстрое их выполнение. В основе этих способностей лежат явления экстраполяции, хорошая ориентация в вероятностной среде, предвидение возможной будущей ситуации, быстрая реакция на движущийся объект, высокий уровень лабильности и подвижности нервных процессов, умение легко управлять различными мышцами. В процессе тренировки для развития ловкости требуется варьирование различных условий выполнения одного и того же двигательного действия, использование дополнительной срочной информации о результате движений, формирование навыка быстрого принятия решений в условиях дефицита времени.

Гибкость определяется как способность совершать движения в суставах с большой амплитудой, т. е. суставная подвижность. Она

зависит от способности к управлению двигательным аппаратом и его морфофункциональных особенностей (вязкости мышц, эластичности связочного аппарата, состояния межпозвоночных дисков). Гибкость улучшается при разогревании мышц и ухудшается на холоде. Она снижается в сонном состоянии и при утомлении. Величина гибкости минимальна утром и достигает максимума к середине дня (12-17 час). Улучшение гибкости происходит, когда во время предстартового возбуждения повышается частота сердечных сокращений, нарастает кровоток через мышцы и в результате разминка приводит к их разогреванию.

Различают активную гибкость при произвольных движениях в суставах и пассивную гибкость — при

растяжении мышц внешней силой. Пассивная гибкость обычно превышает активную. У женщин связочно-мышечный аппарат обладает большей гибкостью по сравнению с мужчинами, им легче осваивать многие сложные упражнения на гибкость (например, поперечный шпагат). У лиц зрелого и пожилого возраста раньше всего снижается гибкость позвоночника, но гибкость пальцев и кисти сохраняется дольше всего.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ

10. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ

В процессе жизнедеятельности человека формируются различные двигательные умения и навыки, составляющие основу его поведения.

10.1. ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УМЕНИЯ, НАВЫКИ И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основу технического мастерства спортсменов составляют двигательные умения и навыки, формирующиеся в процессе тренировки и существенно влияющие на спортивный результат. Считают, что эффективность спортивной техники за счет навыка повышается в циклических видах спорта на 10-25%, а в ациклических — еще более.

10.1.1. ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УМЕНИЯ И НАВЫКИ

Двигательные умения — способность на моторном уровне справляться с новыми задачами поведения. Спортсмену необходимо умение мгновенно оценивать возникшую ситуацию, быстро и эффективно перерабатывать поступающую информацию, выбирать в условиях дефицита времени адекватную реакцию и формировать наиболее результативные действия. Эти способности в наибольшей мере проявляются в спортивных играх и единоборствах, которые относят к ситуационным видам спорта. В тех же случаях, когда отрабатываются одни и те же движения, которые в неизменном порядке повторяются на тренировках и во время соревнований (особенно в стандартных или стереотипных видах спорта), умения спортсменов закрепляются в виде специальных навыков.

Двигательные навыки — это освоенные и упроченные действия, которые могут осуществляться безучастия сознания (автоматически) и обеспечивают оптимальное решение двигательной задачи.

10.1.2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основные методы исследования двигательных навыков можно разделить на 2 группы: 1) описывающие внешнюю структуру движений и 2) внутреннюю их структуру.

К первым относятся методы кино-, фото-, видео-, телесъемки движений, тензометрия, динамометрия, гониометрия, циклография и пр. Ко вторым — электрофизиологические методы: электроэнцефалография, электромиография, запись Н — рефлексов и активности двигательных единиц. Комплексная оценка целостной структуры навыков осуществляется при одновременной регистрации биомеханических и физиологических показателей.

10.2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ

В понимание физиологических механизмов двигательных навыков особый вклад внесли отечественные физиологи — И. П. Павлов, В. М. Бехтерев, А. А. Ухтомский, П. К. Анохин, Н. А. Бернштейн, А. Н. Крестовников, Н. В. Зимкин, В. С. Фарфельдр.

10.2.1. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА, ДОМИНАНТА, ДВИГАТЕЛЬНЫЙ ДИНАМИЧЕСКИЙ СТЕРЕОТИП

Любые навыки — бытовые, профессиональные, спортивные — не являются врожденными движениями. Они приобретены в ходе индивидуального развития. Возникая в результате подражания, условных рефлексов или по речевой инструкции, двигательные акты осуществляются специальной функциональной системой нервных центров (Анохин П. К., 1975). Деятельность этой системы включает следующие процессы: синтез афферентных раздражений (информации из внешней и внутренней среды), учет доминирующей мотивации (предпочтение действий), использование памятных следов (арсенала движений и изученных тактических комбинаций); формирование моторной программы и образа результата действий; внесение сенсорных коррекций в программу, если результат не достигнут.

Комплекс нейронов, обеспечивающих эти процессы, располагается на различных этажах нервной системы, становясь доминантой, т. е. господствующим очагом в центральной нервной системе. Он подавляет деятельность посторонних нервных центров и, соответственно, лишние скелетных мышц (Ухтомский А. А., 1923). В результате движения выполняются все более экономно, при включении лишь самых необходимых мышечных групп и лишь в те моменты, которые нужны для его осуществления. Происходит экономизация энерготрат.

Порядок возбуждения в доминирующих нервных центрах закрепляется в виде определенной системы условных и безусловных рефлексов и сопровождающих их вегетативных реакций, образуя двигательный динамический стереотип (Павлов И. П.; Крестовников А. Н., 1954). Каждый предшествующий двигательный акт в этой системе запускает следующий. Это облегчает выполнение целостного упражнения и освобождает сознание человека от мелочного контроля за каждым его элементом. Роль условно-рефлекторного механизма образования двигательных навыков доказывается, в частности, тем, что выработанные навыки во многом угасают при перерывах в тренировке (при отсутствии подкрепления). Однако двигательные навыки отличаются от классических условных рефлексов, описанных И. П. Павловым (сенсорных или рефлексов 1 рода). Навыки, в

основном, представляют условные рефлексы 2 рода — оперантные или инструментальные условные рефлексы (Конорский Ю. М., 1970). В них новым отделом рефлекторной дуги является ее эффекторная часть, т. е. создается новая форма движения или новая комбинация из ранее освоенных действий. Построение новой формы движений на основе имеющихся элементов Н. В. Зимкин (1975) отнес к явлениям экстраполяции (использования предшествующего опыта).

10.2.2. СТАБИЛЬНОСТЬ И ВАРИАТИВНОСТЬ КОМПОНЕНТОВ ДВИГАТЕЛЬНОГО НАВЫКА

Возникшие в первой половине XX века представления о доминанте, функциональной системе и двигательном динамическом стереотипе легли в основу понимания механизмов формирования двигательных навыков в процессе обучения человека. Дальнейшие исследования позволили уточнить эти классические представления.

Уже Н. А. Бернштейн отмечал, что даже достаточно простые навыки не являются полностью стереотипными. При многократных повторениях они могут различаться по амплитуде, скорости выполнения отдельных элементов и т. д. Как оказалось, еще больше они различаются по внутренней структуре. Многоканальная регистрация ЭМГ различных мышц при выполнении спортивных упражнений показала, что в одних и тех же освоенных движениях значительно варьирует состав активных мышечных групп. Одни мышцы включаются в движение постоянно, а другие — лишь периодически (табл. 12). Варьируют длительность фаз, мышечные усилия, последовательность включения мышц. Это позволило говорить о закономерной вариативности внешних и внутренних компонентов двигательного навыка (Зимкин Н. В., 1975). Наличие вариаций позволяет отбирать оптимальные и отбрасывать неадекватные моторные программы, учитывать не только внешние изменения ситуации, но и сократительные возможности мышц. Вариативность особенно выражена в периоды встраивания, перед отказом от работы и в восстановительном периоде. Регистрация активности отдельных нейронов головного мозга (в экспериментах на животных и в клинике при лечебных мероприятиях) показала значительную вариативность их включения в одни и те же освоенные действия. При этом между ними образуются как «жесткие» (стабильные), так и «гибкие» (вариативные) связи (Бехтерева Н. П., 1980).

Сохранение основных черт двигательного навыка в условиях изменяющейся внешней среды и перестройки внутренней среды организма возможно лишь при варьировании «гибких» связей в системе управления движениями. Так, хорошо освоенный навык ходьбы осуществляется при разном наклоне туловища, переменных усилиях ног, неодинаковом составе скелетных мышц и нервных центров, различных вегетативных реакциях в зависимости от рельефа дороги, качества грунта, силы встречного ветра, степени утомления человека и прочих причин. «Гибкие» элементы функциональной системы составляют основную ее часть, так как в любых условиях они обеспечивают выполнение навыка, достижение требуемого результата.

Таблица 12 - Стабильность и вариативность включения различных мышц у квалифицированного тяжелоатлета при многократных рывках штанги

(по: Н. В. Зимкин, 1973)

Мышцы

Наличие активности (+) при десяти повторных рывках

8 9 10

Четырехглавая мышца бедра, наружн.

То же, средний пучок

То же, внутренний пучок

Длинная спины

Дельтовидная, средний пучок

Трехглавая плеча

Трапецевидная

Двуглавая плеча

Икроножная

Двуглавая бедра

Ягодичная

Широчайшая спины

Дельтовидная, передний пучок

Большая грудная

Навыки циклических движений более стабильны по сравнению с ациклическими, так как в их основе лежат повторения одинаковых циклов:

Элементы циклических движений

Элементы ациклических движений

1—2—1—2—1—2... 1-2-3-4-5-6...

Циклические движения превращаются в навык при переходе от отдельных двигательных актов к последовательной их цепи — от отдельных шагов к ходьбе и бегу, от начертания отдельных букв к письму и т. п. При этом к процессам коркового управления движениями подключаются древние автоматизмы, так называемые

циклоидные движения, осуществляемые подкорковыми ядрами головного мозга.

Навыки в ситуационных видах спорта (спортивных играх, единоборствах) отличаются наибольшей вариативностью. Стереотипы в этих видах спорта формируются лишь при овладении отдельными элементами техники (например, в штрафных бросках). Автоматизация этих навыков позволяет быстрее включать их в новые движения. В стандартных видах спорта навыки более стереотипны. Их стабильность повышается по мере роста спортивного мастерства. Но и здесь необходимо сохранение определенного уровня вариативности навыков для их адаптации к разным условиям выполнения.

10.3. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ И СТАДИИ ФОРМИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ

Процесс обучения двигательному навыку начинается с определенного побуждения к действию, которое задается подкорковыми и корковыми мотивационными зонами. У человека это, главным образом, стремление к удовлетворению определенной социальной потребности (любовь к данному виду спорта, желание им заниматься, преуспеть в упражнении и пр.). Оптимальный уровень мотиваций и эмоций способствует успешному усвоению двигательной задачи и ее решению.

10.3.1. ЗАМЫСЕЛ И ОБЩИЙ ПЛАН ДЕЙСТВИЯ

На первом этапе формирования двигательного навыка возникает замысел действия, осуществляемый ассоциативными зонами коры больших полушарий (переднелобными и нижнетеменными). Они формируют общий план осуществления движения. Вначале это лишь общее представление о двигательной задаче, которое возникает либо при показе движения другим лицом (педагогом, тренером или опытным спортсменом), либо после словесной инструкции, самоинструкции, речевого описания. В сознании человека создается определенный эталон требуемого действия, «модель потребного будущего» (Бернштейн Н.А., 1966). Эту функцию П. К. Анохин назвал «опережающее отражение действительности». Формирование такой наглядно-образной модели складывается из образа ситуации в целом (задаваемые пространственные и временные характеристики двигательной задачи) и образа тех мышечных действий, которые необходимы для достижения цели. Имея представление о требуемой модели движения, человек может осуществить ее разными мышечными группами. Так, например, подпись человека имеет характерные черты, независимо от мышечных групп, выполняющих ее (пальцы, кисть, предплечье, нога).

Особое значение имеют в этом процессе восприятие и переработка зрительной информации (при показе) и слуховой (при рассказе). Опытные спортсмены быстрее формируют зрительный образ движения, так как у них лучше выражена поисковая функция глаза, и они способны эффективно выделять наиболее важные элементы. У них богаче кладовая «моторной памяти» — хранящиеся в ней образы освоенных движений, быстрее происходит извлечение нужных моторных следов.

10.3.2. СТАДИИ ФОРМИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ

На втором этапе обучения начинается непосредственное выполнение разучиваемого упражнения. При этом отмечаются 3 стадии формирования двигательного навыка:

- 1) стадия генерализации (иррадиации возбуждения),
- 2) стадия концентрации,
- 3) стадия стабилизации и автоматизации.

На первой стадии созданная модель становится основой для перевода внешнего образа во внутренние процессы формирования программы собственных действий. Физиологические механизмы этого во многом неясны. На ранних этапах онтогенеза, когда речевая регуляция движений (внешней речью постороннего лица или внутренней собственной речью) еще не развита, особенное значение имеют процессы подражания, общие у человека и животных. Наблюдая за действиями другого лица и имея некоторый опыт управления своими мышцами, ребенок превращает свои наблюдения в программы собственных движений. Эти процессы аналогичны процессам освоения речи, которую ребенок сначала слышит от окружающих людей, а затем преобразует в собственную моторную речь (по терминологии психолога Л. С. Выготского, это — явление интериоризации, т. е. превращение внешней речи во внутреннюю).

Некоторые особенности программирования отражаются в межцентральных взаимосвязях электрической активности мозга. Можно видеть, например, что при наблюдении за выполнением бега посторонним лицом в коре больших полушарий у человека появляются потенциалы в темпе этого бега (своеобразная модель наблюдаемого движения). Подобные изменения ритмов мозга и специфические перестройки пространственной синхронизации корковых потенциалов наблюдаются также при представлении и при мысленном выполнении движений. При этом пространственные взаимосвязи мозговой активности начинают отличаться от состояния покоя и приближаться к таковым при реальном выполнении работы (табл. 13).

Таблица 13 - Появление сходства корковых функциональных систем при мысленном и реальном выполнении бега у спринтера 1 разряда (по данным корреляционного анализа ЭЭГ)

Исходное	Мысленный бег	Реальный бег
6-7-4	4-3-5-2-7 6	4-3-5-2-7
1,2,3,5,8	1,8	1,6,8

Примечание:

1—8 — номера корковых зон,

А — плеяды взаимосвязанной (синхронной и синфазной) активности различных корковых зон с коэффициентами корреляции 0.7-1.0, В — независимые корковые зоны.

В процессах программирования используются имеющиеся у человека представления о «схеме тела», без которых невозможна правильная адресация моторных команд к скелетным мышцам в разных частях тела, и о «схеме пространства», обеспечивающие пространственную организацию движений. Нейроны, связанные с этими функциями, находятся в нижнетеменной ассоциативной области задних отделов коры больших полушарий. Организация движений во времени, оценка ситуации, построение последовательности двигательных актов, их сознательная целенаправленность осуществляются передне-лобной ассоциативной корой. Только в ней имеются специальные нейроны кратковременной памяти, которые удерживают созданную программу от момента прихода в кору внешнего пускового сигнала (или от момента самоприказа) до момента осуществления моторной команды.

Соответственно этому во время реальной работы можно видеть особую специфику мозговой активности, отражающую характерные черты двигательных программ (рис. 32). Так, у бегунов и конькобежцев как при воображаемом, так и при реальном выполнении бега по дорожке или на коньках, устанавливается сходство (пространственная синхронизация) потенциалов передне-лобной (программирующей) области с моторными центрами ног, а у гимнастов при представлении и выполнении стойки на кистях — с моторными центрами рук. При стрельбе, бросках мяча в баскетбольное кольцо возникает сходство активности зрительных, нижнетеменных зон (ответственных за пространственную ориентацию движений) и моторных зон коры, что обеспечивает точность глазо-двигательных реакций. В процессе фехтования к этим зонам подключаются передне-лобные области, связанные с вероятностной оценкой текущей и будущей ситуации.

В создании моторных программ принимают участие многие нейроны коры, мозжечка, таламуса, подкорковых ядер и ствола мозга. Обширное вовлечение множества мозговых элементов необходимо для поиска наиболее нужных из них. Этот процесс обеспечивается широкой иррадиацией возбуждения по различным зонам мозга и сопровождается обобщенным характером периферических реакций — их генерализацией. В силу этого первая стадия начинающихся попыток выполнить задуманное движение называется стадией генерализации. Она характеризуется напряжением большого числа активированных скелетных мышц, их продолжительным сокращением, одновременным вовлечением в движения мышц-антагонистов, отсутствием интервалов в ЭМГ во время расслабления мышц (рис. 33). Все это нарушает координацию движений, делает их закрепощенными, приводит к значительным энерготратам и, соответственно, излишне выраженным вегетативным реакциям. На этой стадии наблюдаются особенное учащение дыхания и сердцебиения, подъем артериального давления, резкие изменения состава крови, заметное повышение температуры тела и потоотделения. Однако нет достаточной согласованности этих сдвигов между собой и их соответствия мощности и характеру работы.

Массированный поток афферентных импульсов от проприоре-цепторов многих мышц затрудняет отделение основных рабочих мышечных групп от посторонних. Анализ «темного» мышечного чувства еще более осложняется обильным притоком интероцептивных сигналов — в первую очередь, от рецепторов дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Требуется многократное повторения разучиваемого упражнения для постепенного совершенствования моторной программы и приближения ее к заданному эталону.

На второй стадии формирования двигательного навыка происходит концентрация возбуждения в необходимых для его осуществления корковых зонах. В посторонних же зонах коры активность подавляется одним из видов условного внутреннего торможения — дифференцировочным торможением. В коре и подкорковых структурах создается мозаика из возбужденных и заторможенных нейронных объединений, что обеспечивает координированное выполнение двигательного акта. Включаются лишь необходимые мышечные группы и только в нужные моменты движения, что можно видеть на записях ЭМГ. В результате рабочие энерготраты снижаются.

Навык на этой стадии уже сформирован, но он еще очень непрочен и нарушается при любых новых раздражениях (выступление на незнакомом поле, появление сильного соперника и т. д.). Эти воздействия разрушают неокрепшую еще рабочую доминанту, едва установившиеся межцентральные взаимосвязи в мозгу вновь приводят к иррадиации возбуждения и потере координации.

На третьей стадии в результате многократного повторения навыка в разнообразных условиях помехоустойчивость рабочей доминанты повышается. Появляется стабильность и надежность навыка, снижается сознательный контроль за его элементами, т. е. возникает автоматизация навыка. Прочность рабочей доминанты поддерживается четкой сонастройкой ее нейронов на общий ритм корковой активности. Такое явление было названо А. А. Ухтомским усвоением ритма. При циклической работе ритм корковой активности

соответствует темпу выполняемого движения: в ЭЭГ появляются потенциалы, соответствующие этому темпу «мечены ритмы» ЭЭГ — рис. 34 (Сологуб Е. Б., 1965). Внешние раздражения на этой стадии лишь подкрепляют рабочую доминанту, не разрушая ее. Большая же часть посторонних афферентных потоков не пропускается в спинной и головной мозг: специальные команды из вышележащих центров вызывают пресинаптическое торможение импульсов от периферических рецепторов, препятствуя их доступу в спинной мозг и миротворных программ от случайных влияний и повышается надежность навыков.

Процесс автоматизации не означает выключения коркового контроля за выполнением движения. В коре работающего человека отмечается появление связанных с движением потенциалов, специфические формы межцентральных взаимосвязей активности. Однако в этой системе центров по мере автоматизации снижается участие лобных ассоциативных отделов коры, что, по-видимому, и отражает снижение его осознаваемости.

10.4. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ

В процессе тренировки происходит постоянное сличение созданной модели навыка и реальных результатов его выполнения (Бернштейн Н. А., 1966; Анохин П. К., 1975). По мере роста спортивного мастерства совершенствуется сама модель требуемого действия, уточняются моторные команды, а также улучшается анализ сенсорной информации и движения.

10.4.1. ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ

Особое значение в отработке моторных программ имеют обратные связи. Информация, поступающая в нервные центры по ходу движения, служит для сравнения полученного результата с имеющимся эталоном. При их несовпадении в мозговых аппаратах сравнения (лобных долях, подкорковом хвостом ядре) возникают импульсы рассогласования и в программу вносятся поправки — сенсорные коррекции. При кратковременных движениях (прыжках, бросках, метаниях, ударах) рабочие фазы настолько малы (сотые и тысячные доли секунды), что сенсорные коррекции по ходу движения вносить невозможно. В этих случаях вся программа действия должна быть готова до начала двигательного акта, а поправки могут вноситься лишь при его повторениях.

В системе обратных связей различают «внутренний контур» регуляции движений, передающий информацию от двигательного аппарата и внутренних органов (в первую очередь — от рецепторов мышц, сухожилий и суставных сумок), и «внешний контур», несущий сигналы от экстерорецепторов (главным образом, зрительных и слуховых). При первых попытках выполнения движений, благодаря множественному и неопределенному характеру мышечной афферентации, основную роль в системе обратных связей играют сигналы «внешнего контура» — зрительный и слуховой контроль. Поэтому на начальных этапах освоения двигательных навыков так важно использовать зрительные ориентиры и звуковые сигналы для облегчения процесса обучения. По мере освоения навыка «внутренний контур» регуляции движений приобретает все большее значение, обеспечивая автоматизацию навыка, а роль «внешнего контура» снижается.

10.4.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Процесс обучения навыку ускоряется при разного рода дополнительной информации об успешности выполнения упражнения — указания тренера, компьютерный анализ движения в трехмерном пространстве, просмотр кинокадров, видеофильмов, записей ЭМГ и др.

Особенно ценной для обучаемого является срочная информация, поступающая непосредственно в периоде выполнения упражнения или при повторных попытках (Фарфель В. С., 1960). С помощью дополнительной срочной информации можно сообщать спортсмену такие параметры движений, которые им не осознаются и, следовательно, не могут произвольно контролироваться. Например, можно снижать колебания общего центра масс при выполнении сложных равновесий, визуально наблюдая их на экране монитора; контролировать по звуколидеру точность поддержания темпа и степень повышения скорости движения; по изменению мелодии песни замечать ошибки в порядке сокращения мышц и т. п. Тем самым повышается возможность совершенствования спортивной техники.

Для усиления мышечных ощущений при освоении сложных упражнений используют различные тренажеры. Особенно влияние на сознательное построение моторных программ имеют тренажеры, управляющие суставными углами, так как импульсы от рецепторов суставных сумок поступают непосредственно в кору больших полушарий и хорошо осознаются.

Особое значение в процессе моторного научения имеет речевая регуляция движений (словесные указания педагога, внутренняя речь обучаемого). С помощью речи формируются в коре избирательные взаимосвязи, лежащие в основе моторных программ. В высших отделах мозга человека обнаружены специальные «командные» нейроны, которые реагируют на словесные приказы и запускают нужные действия. Самоприказы и вызываемые ими процессы самоорганизации и самомобилизации обеспечивают усиление рабочей доминанты и налаживание моторных и вегетативных компонентов навыка. Этому способствуют и проприоцептивные импульсы от собственных органов речи при произнесении вслух словесных команд (например, подсчет: «Раз, два!» — облегчает регуляцию темпа движений).

Наряду с совершенствованием навыков моторных действий у спортсменов происходит формирование

навыков тактического мышления —специализированной формыумственнойдеятельности. Повторяя определенные тактические комбинации спортсмены автоматизируют мыслительные операции. Это позволяет многие решения принимать почти мгновенно, как бы интуитивно, а осознавать их уже после выполнения (например, в боксе, фехтовании).

10.4.3. НАДЕЖНОСТЬ И НАРУШЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ

В экстремальных условиях мышечной работы, при развитии утомления надежность навыка поддерживается путем мобилизации функциональных резервов мозга—дополнительным вовлечением нервных центров, включением в систему управления движениями другого полушария. Особенно при этом важно усиление в этой системе роли лобных ассоциативных областей, что указывает на произвольное преодоление утомления. Такая мобилизация резервов мозга в начальной стадии утомления полезна, так как способствует адаптации нервной системы к нагрузке и сохранению навыка. При глубоком утомлении и переутомлении система управления движениями разрушается и навык теряется.

При действии различных сбивающих факторов, сопровождающих соревновательную деятельность спортсмена (внешних помех, эмоционального стресса, резких изменений гомеостаза и др.), происходят нарушения двигательных навыков и потеря их автоматизации, т.е. дезавтоматизация. Эти явления больше выражены у менее подготовленных спортсменов, недостаточно упрочивших демонстрируемые навыки, у юных спортсменов, у лиц, обладающих нестабильностью нервных процессов и повышенной возбудимостью, при низком уровне общей и специальной работоспособности. Так, недостаточная адаптация к «рваному» режиму и высокому темпу двигательной деятельности в ситуационных видах спорта нарушает навыки точностных движений (бросков и передач мяча, шайбы, ударов в боксе и пр.). Недостаточное освоение переключений от интенсивной лыжной гонки к стабильной позе и тонкой регуляции нажима спускового крючка, требующих смены одной доминирующей группы нервных центров на другую, снижает меткость стрельбы у биатлонистов.

Снижение функционального состояния организма спортсмена при заболеваниях, кислородном голодании, алкогольном опьянении и пр. понижает устойчивость рабочей доминанты и обнаруживается нарушением навыковых действий.

При перерывах в тренировке могут сохраняться основные черты навыка, последовательность его фаз, но теряется способность эффективного выполнения тонких его элементов. В наибольшей степени утрачиваются самые сложные элементы навыка, а также вегетативные его компоненты.

11. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ТРЕНИРОВАННОСТИ

Спортивная тренировка представляет собой специализированный педагогический процесс, направленный на повышение общей физической подготовленности и специальной работоспособности.

11.1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕНИРОВКИ И СОСТОЯНИЯ ТРЕНИРОВАННОСТИ

Спортивная тренировка, с физиологической точки зрения, представляет собой многолетний процесс адаптации организма человека к требованиям, которые ему предъявляет избранный вид спорта.

Как во всяком педагогическом процессе, в ходе тренировки соблюдаются общие педагогические принципы — активности, сознательности, наглядности, систематичности, последовательности, доступности и прочности. Вместе с тем, имеются специфические принципы тренировки—единство общей и специальной физической подготовки, непрерывность и цикличность тренировочного процесса, постепенное и максимальное повышение тренировочных нагрузок. Эти принципы обусловлены закономерностями развития физических качеств формирования двигательных навыков у человека, особенностями функциональных перестроек организма, изменением диапазона функциональных резервов спортсмена.

11.1.1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ТРЕНИРОВКИ

Лишь на базе общей (неспециализированной) подготовки, в результате развития физических качеств и роста функциональных возможностей организма, осуществляется переход к специализированным формам подготовки спортсмена в избранном виде спорта. Этот процесс должен быть по возможности непрерывным, так как перерывы в систематических занятиях приводят к резкому падению достигнутого уровня проявления качественных сторон двигательной деятельности и освоения двигательных навыков. Так, например, достигнутый у подростков на протяжении первого года занятий рост мышечной силы за время летнего перерыва практически полностью теряется.

Цикличность тренировочного процесса связана с тем, что выход на наиболее высокий уровень специальной работоспособности осуществляется постепенно на протяжении подготовительного периода (3-4 мес). К соревновательному периоду спортсмен достигает высокого уровня работоспособности, но поддерживать этот достигнутый на данном этапе наивысший уровень функциональных и психических возможностей человек может лишь ограниченное время (не более 4-5 мес). После чего необходим определенный отдых, переключение на другую деятельность, снижение нагрузки, т. е. переходный период. Годичный тренировочный цикл (или 2 цикла в году), в свою очередь, подразделяется на промежуточные мезоциклы, а те — на недельные микроциклы. Такая цикличность соответствует естественным биоритмам человеческого организма и, кроме того, позволяет варьировать применяемые физические нагрузки.

Правильное чередование тяжести физических нагрузок с оптимальными интервалами отдыха обеспечивает возможность использования явления суперкомпенсации — сверхвосстановления организма, когда следующее тренировочное занятие начинается с более высокого уровня работоспособности по сравнению с исходным. При этом режиме неуклонно растут результаты спортсмена и сохраняется его здоровье. Слишком большие интервалы не дают никакого прироста, а недостаточные интервалы приводят к падению работоспособности и ухудшению функционального состояния организма.

Тренировочные нагрузки должны постепенно повышаться в зависимости от достигнутого уровня функциональных возможностей, иначе даже при систематических занятиях будет обеспечиваться лишь их поддерживающий эффект. Например, при физических нагрузках у молодых людей ЧСС должна быть выше 150 уд./мин, а у пожилых — выше 130 уд. • мин, иначе адаптивных сдвигов в организме, в частности в состоянии сердечной мышцы, не будет наблюдаться.

Для достижения высоких спортивных результатов должны использоваться максимальные нагрузки, которые вызывают мобилизацию функциональных резервов центральной нервной системы, двигательного аппарата и вегетативных систем, оставляя функциональный и структурный след тренировки.

11.1.2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОСТОЯНИЯ ТРЕНИРОВАННОСТИ

Правильная организация тренировочного процесса обуславливает состояние адаптированноеTM спортсмена к специализированным нагрузкам или состояние тренированности. Его характеризуют 1) повышение функциональных возможностей организма и 2) увеличение экономичности его работы.

Овладение рациональной техникой выполнения упражнений, совершенство координации движений, повышение экономичности дыхания и кровообращения приводят к снижению энерготрат на стандартную работу, т. е. повышает ее КПД.

Наиболее высокий уровень тренированности достигается в состоянии спортивной формы. Это состояние требует предельно возможной мобилизации всех функциональных систем организма, значительного напряжения регуляторных процессов. Соответственно, оно может сохраняться непродолжительное время в зависимости от индивидуальных особенностей спортсмена, его квалификации и др. факторов. Цена такого уровня адаптации оказывается высокой — при этом повышается реактивность организма на действие неблагоприятных условий

среды, снижается его устойчивость к простудным и инфекционным заболеваниям, т. е. резко снижается иммунитет.

Характер физиологических сдвигов определяется направленностью тренировочного процесса — на быстроту, силу или выносливость, особенностями двигательных навыков, величиной нагрузки на отдельные мышечные группы и т. п., т. е. тренировочные эффекты специфичны.

Тренировочный эффект зависит от объема физической нагрузки — ее длительности, интенсивности и частоты. Однако у каждого человека имеется генетически определяемый предел функциональных перестроек в процессе тренировки — его генетическая норма реакции. При одинаковых физических нагрузках различные люди отличаются по величине и скорости изменений функциональной подготовленности, т.е. по тренируемости.

Влияние наследственных факторов определяет степень развития физических качеств. Наименее тренируемыми качествами являются быстрота, гибкость, скоростно-силовые возможности. Генетически обусловлены изменения многих физиологических показателей (МПК, анаэробных возможностей, максимальной величины ЧСС, роста жизненной емкости легких и др.).

11.2. ТЕСТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ В ПОКОЕ

Особенности морфологических, функциональных и психофизиологических показателей организма человека в состоянии покоя характеризуют степень его функциональной подготовленности к определенной физической нагрузке.

11.2.1. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ В СПОРТЕ

Для тестирования функциональной подготовленности спортсменов исходят из модели чемпиона, в которой представлены характеристики сильнейших спортсменов в ответственных соревнованиях. Из этой модели выводятся спортивно-важные качества или модель мастерства, включающая характеристики специальной физической, технической и тактической подготовки спортсменов, находящихся в спортивной форме. Отсюда определяют наиболее информативные показатели функциональной подготовленности или шире — модель спортивных возможностей, в которую входят функциональная и психологическая подготовленность, морфологические особенности, возраст и спортивный стаж. Подобный подход позволяет определить целевые задачи подготовки спортсмена и его собственные спортивные перспективы.

Для оценки индивидуальных особенностей адаптации организма к работе необходимо комплексное тестирование, позволяющее получить сведения о различных морфофункциональных и психофизиологических показателях конкретного человека. В тренировочном процессе используют различные виды контроля, в ходе которых исследуют состояние различных органов и систем организма спортсмена.

Оперативный или текущий контроль, отражающий ежедневные реакции организма спортсмена на выполняемые физические нагрузки по наиболее вариативным показателям (ЧСС, тест Самочувствие-Активность-Настроение (САН), способность решения тактических задач, состояние внимания и пр.).

Этапный контроль, проводимый 5-6 раз в году с использованием менее динамичных показателей (МПК, максимальная анаэробная мощность, индекс Гарвардского степ-теста, оценка временных интервалов и пр.).

Углубленное медицинское обследование (1 раз в году) с анализом достаточно консервативных показателей (тестирование личностных характеристик, психофизиологических показателей, индивидуально-типологических особенностей высшей нервной деятельности) и ряда сложных медицинских параметров.

11.2.2. ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ В ПОКОЕ

В центральной нервной системе спортсмена отмечается высокий уровень лабильности нервных центров, оптимальная возбудимость и хорошая подвижность нервных процессов (возбуждения и торможения). У спортсменов, обладающих выраженным качеством быстроты, время двигательной реакции укорочено, в ЭЭГ покоя отмечается повышенная частота альфа-ритма — 11-12 колеб.-с⁻¹ (напр., у 80% баскетболистов 1 разряда и мастеров спорта, в отличие от лыжников-гонщиков и борцов, имеющих частоту 8-9 колеб.-с⁻¹).

Двигательный аппарат квалифицированных спортсменов отличается большей толщиной и прочностью костей, выраженной рабочей гипертрофией мышц, их повышенной лабильностью и возбудимостью, большей скоростью проведения возбуждения по двигательным нервам, запасами мышечного гликогена и миоглобина, высокой активностью ферментов. Об улучшении иннервации мышц свидетельствуют факты утолщения нервно-мышечных синапсов и увеличение их числа. Спортсмены имеют высокие показатели произвольного напряжения мышц и в то же время отличного их расслабления, т. е. большую величину амплитуды твердости мышц.

Обмен веществ спортсменов характеризуется увеличением запасов белков и углеводов, снижением уровня основного обмена (лишь в соревновательном периоде основной обмен может быть повышен из-за недостаточного восстановления).

Дыхание спортсменов более эффективно, так как увеличена ЖЕЛ (до 6-8 л), т. е. расширена дыхательная поверхность; больше глубина вдоха, что улучшает вентиляцию легких и снижает частоту дыхания (до 6-12 вдохов в 1 мин). Лучше развиты и более выносливы дыхательные мышцы (это можно наблюдать, например, по способности сохранять высокие значения ЖЕЛ при повторных ее определениях). Величина минутного объема

дыхания в покое не изменена (из-за противоположных сдвигов частоты и глубины дыхания), но максимальная легочная вентиляция значительно выше у тренированных лиц (порядка 150-200 л • мин¹) по сравнению с нетренированными (60-120 л • мин¹). Увеличена длительность задержки дыхания (особенно в синхронном плавании, нырянии), что свидетельствует о хороших анаэробных возможностях и пониженной возбудимости дыхательного центра.

В сердечно-сосудистой системе спортсменов также выявлены адаптивные изменения. Тренированное сердце имеет большой объем и толщину сердечной мышцы. При тренировке на выносливость (у бегунов-стайеров, лыжников-гонщиков и др.) наблюдается особенное увеличение объема сердца — до 1000-1200 см³ (у нетренированных лиц — порядка 700 см³). Большой объем сердца — до 1200 см³ — характерен также для высокорослых баскетболистов. Однако более этой величины нарастание объема неблагоприятно, так как ухудшаются возможности кровоснабжения самой сердечной мышцы. При адаптации к скоростно-силовым упражнениям происходит преимущественно утолщение сердечной мышцы — ее рабочая гипертрофия, а объем в меньшей степени превышает норму (800-1000 см³). Рабочая гипертрофия сердечной мышцы повышает мощность работы сердца и обеспечивает кровоток в скелетных мышцах при их напряжении в условиях силовых и скоростно-силовых нагрузок.

Повышение общего объема сердца сопровождается увеличением резервного объема крови и, хотя ударный объем крови в покое практически не нарастает, но при работе его значительный рост обеспечивается за счет резервного объема. Частота сердечных сокращений спортсменов (особенно у стайеров) в покое понижена до 40-50 уд. • мин⁻¹ (в отдельных случаях — до 28-32 уд. • мин⁻¹), т. е. отмечается спортивная брадикардия. Минутный объем крови соответствует норме или немного ниже нее.

У спортсменов в состоянии спортивной формы, в среднем, в 30% случаев наблюдается спортивная гипотония — снижение величины систолического артериального давления до 100-105 мм рт.ст. и ниже. Чаще всего это встречается у гимнастов и спортсменов-стайеров. Выраженность артериальной гипотонии растет по мере увеличения спортивного стажа и уровня квалификации спортсменов. У спортсменов, специализирующихся в спортивных играх, наоборот, в состоянии покоя артериальное давление часто может быть повышенным.

В системе крови у спортсменов больше концентрация эритроцитов — $6 \cdot 10^{12} \cdot \text{л}^{-1}$ и гемоглобина — 160 г • л⁻¹ и более. Это обеспечивает большую кислородную емкость крови (до 20-22 об.%). Общее количество гемоглобина в организме у тренированного спортсмена (800-1000 г) превышает его запасы у нетренированных лиц (700 г). Повышены щелочные резервы, т. е. легче противостоять окислению крови. Больше объем циркулирующей крови.

Все перечисленные перестройки функциональных показателей свидетельствуют об общей адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам, и в частности, к особенной функциональной подготовленности к упражнениям в избранном виде спорта.

11.3. ТЕСТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ ПРИ СТАНДАРТНЫХ И ПРЕДЕЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ

О функциональной подготовленности спортсменов судят как по показателям в состоянии покоя, так и по изменениям различных функций организма при работе. Для тестирования используют стандартные и предельные нагрузки, причем стандартные нагрузки подбирают такие, которые доступны всем обследуемым лицам независимо от возраста и уровня тренированности. Предельные же нагрузки должны соответствовать индивидуальным возможностям человека.

11.3.1. ПРИНЦИПАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ НА СТАНДАРТНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ

Изменения физиологических показателей у тренированных и нетренированных лиц при стандартных и предельных нагрузках имеют принципиальные различия.

В случае стандартных нагрузок регламентируется мощность и длительность работы. Задается частота педалирования на велоэргометре и величина преодолеваемого сопротивления, высота ступенек и темп восхождения при степ-тестах, длительность работы и интервалы между пробами и т. п., т. е. всем обследуемым предлагается одинаковая работа. В этой ситуации лучше подготовленный человек, работая более экономно за счет совершенной координации движений, имеет небольшие энерготраты и показывает меньшие сдвиги в состоянии двигательного аппарата и вегетативных функций.

В случае выполнения предельных нагрузок тренированный спортсмен работает с большей мощностью, выполняет заведомо больший объем работы, чем неподготовленный человек. Несмотря на экономичность отдельных физиологических процессов и высокую эффективность дыхания и кровообращения, для выполнения предельной работы тренированный организм спортсмена затрачивает огромную энергию и развивает значительные сдвиги в моторных и вегетативных функциях, совершенно недоступные для неподготовленного человека.

11.3.2. ТЕСТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ПРИ СТАНДАРТНОЙ

РАБОТЕ

Стандартные нагрузки, используемые для тестирования функциональной подготовленности спортсменов, могут быть общие, неспециализированные (различные функциональные пробы, велоэргометрические тесты, степ-тесты) и специализированные, адекватные упражнениям в избранном виде спорта (проплавание или пробега-ние определенных отрезков с заданной скоростью или заданным временем, поддержание заданного статического усилия в течение необходимого времени и т. п.).

При стандартной работе тренированный организм отличают от нетренированного следующие особенности:

- более быстрое вращивание,
- меньший уровень рабочих сдвигов различных функций,
- лучше выраженное устойчивое состояние,
- более быстрое восстановление после нагрузки (рис. 35).

У тренированного спортсмена при динамической работе повышение минутного объема дыхания достигается преимущественно за счет увеличения глубины дыхания, а рост минутного объема крови — за счет нарастания ударного объема, а у нетренированного человека — за счет частотных показателей (повышения частоты дыхания и сердцебиений).

У адаптированного к выполнению статической работы спортсмена меньше выражен феномен статических усилий — меньше подавление функций дыхания и кровообращения во время нагрузки и меньше послерабочее их нарастание, чем у других лиц.

Наиболее распространенными стандартными тестами являются тест определения физической работоспособности по показателю PWC_{17} — мощности работы при ЧСС = 170 уд./мин¹⁰⁰ и определение (ИГСТ), который оценивается по скорости восстановления ЧСС после нагрузки. Величина показателя PWC_{17} у не занимающихся спортом, в среднем составляет 1060, у спортсменов скоростно-силовых видов спорта — 1255, а у спортсменов, работающих на выносливость — 1500 кгм ■ мин⁻¹ и более.

При выполнении стандартных нагрузок работоспособность спортсменов оценивается прямыми показателями — по величине и мощности выполненной работы и косвенными показателями — по величине функциональных сдвигов в организме. У тренированных спортсменов, обладающих более широким диапазоном функциональных резервов, отмечается значительное увеличение функциональных показателей, которое не может быть достигнуто нетренированными лицами.

Деятельность центральной нервной системы тренированных спортсменов характеризуется высокой скоростью восприятия и переработки информации, хорошей помехоустойчивостью, большей способностью к мобилизации функциональных резервов организма. У них велика возможность произвольного преодоления утомления, противостояния эмоциональным стрессам. Этому способствуют, с одной стороны, сформированные в мозгу мощные рабочие доминанты, а с другой — большое количество нейропептидов и гормонов (например, суточный выброс адреналина в соревновательном периоде у тренированных спортсменов может в 150 раз превышать показатели людей, не занимающихся спортом).

Энерготраты очень высоки: единичные — при работе максимальной мощности до 4 ккал • с⁻¹ и суммарные при работе умеренной мощности — до 2-3 тыс. ккал и более.

Величины M П К, характеризующие аэробные возможности, достигают у выдающихся спортсменов (лыжников, пловцов, гребцов и др.) 6 и даже 7 л • мин⁻¹ для абсолютного МП К и 85-90 мл ■ кг⁻¹ ■ мин для относительного М П К. Такие величины М П К позволяют спортсмену развивать значительную мощность передвижений и показывать высокие спортивные результаты. Огромны и величины суммарного потребления кислорода на всю дистанцию. Важным показателем тренированности является способность спортсменов-стайеров продолжать работу при резком снижении содержания глюкозы в крови. Высококвалифицированные спортсмены, работающие в зоне субмаксимальной мощности, отличаются очень высокими показателями анаэробных возможностей. Величины их кислородного долга достигают 20-22 л, что отражает переносимость высоких концентраций лактата в крови и глубоких сдвигов рН крови — до 7,0 и даже 6,9. Такие изменения характерны для работы с высоким кислородным запросом, который не удовлетворяется во время работы, несмотря на предельные изменения функций вегетативных систем. Величины минутного объема дыхания при этом порядка 180 л ■ мин⁻¹, а минутного объема крови — 40 л • мин⁻¹. Систолический объем крови достигает 200 мл.

11.4. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРЕТРЕНИРОВАННОСТИ И ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ

Отклонения от рационального режима тренировочных занятий, несоблюдение величин нагрузки и длительности отдыха ведут к развитию состояний перетренированности и перенапряжения.

11.4.1. ПЕРЕТРЕНИРОВАННОСТЬ

Систематическое выполнение интенсивных нагрузок на фоне значительного недовосстановления организма приводит к развитию у спортсменов состояния перетренированности. Напряженная двигательная деятельность в этом случае превышает функциональные возможности организма.

Перетренированность — это патологическое состояние организма спортсмена, вызванное прогрессирующим развитием переутомления вследствие недостаточного отдыха между тренировочными нагрузками (Солодков А.С., 1995). Это состояние тождественно по генезу невротическим расстройствам, развивающимся в результате нарушений высшей нервной деятельности. Главная причина перетренированности — это недостаточный отдых между нагрузками.

Это состояние характеризуется стойкими нарушениями двигательных и вегетативных функций, плохим самочувствием, падением работоспособности. Комплексные обследования спортсменов выявили преобладание тонуса симпатической нервной системы, неустойчивость психоэмоционального состояния, которое отражается в большом числе жалоб (до 80% случаев), повышенной мнительности, слезливости, симптомах раздражительной слабости, нарушениях сердечно-сосудистой деятельности. У некоторых лиц возникают явления депрессии, вялости, отсутствие интереса к тренировкам, спортсмен «спит на дистанции».

Поданным корректурного теста, отмечено снижение умственной работоспособности: преобладает оценка низкая и ниже средней (60% случаев), и совершенно не наблюдается оценок высоких и выше средних.

В характере электрической активности мозга выявлено 2 типа изменений, соответственно клинике неврозов (типа неврастения или психостении): либо (в случае преобладания процессов возбуждения в коре больших полушарий и тонуса симпатической нервной системы) очень малая выраженность или полное отсутствие основного ритма покоя — альфа-ритма ЭЭГ и учащение фоновой активности до 14-17 Гц; либо (в случае депрессивного состояния) — низкая амплитуда и частота альфа-ритма 8-9 Гц. Отмечены нарушения предрабочей настройки корковой активности у перетренированных спортсменов, свидетельствующие о поражении механизмов «опережающего отражения действительности (по П. К. Анохину), а также особая нерегулярность и нестабильность ЭЭГ во время работы, снижение в 2 раза выраженности рабочих ритмов мозга (медленных потенциалов в тем-пе движения), регулирующих темп циклических локомоций. Степень нарушения мозговых процессов соответствовала выраженности патологических симптомов и падению физической работоспособности спортсменов.

В развитии перетренированности выделяют 3 стадии.

Первая стадия характеризуется прекращением роста спортивных результатов или их незначительным снижением, плохим самочувствием, снижением адаптивных реакций организма на нагрузку.

Вторая стадия связана с прогрессирующим снижением спортивных результатов, затруднением процессов восстановления и дальнейшим ухудшением самочувствия.

Третья стадия выявляется стойким нарушением функций сердечно-сосудистой, дыхательной и двигательной систем, резким снижением спортивной работоспособности, особенно выносливости, тяжелым самочувствием, постоянными нарушениями сна, отсутствием аппетита, потерей массы тела спортсмена.

Профилактика состояния перетренированности заключается в соблюдении режима тренировок и отдыха, адекватного функциональным возможностям организма спортсмена.

Восстановление нарушенной работоспособности требует (в зависимости от тяжести состояния перетренированности) либо снижения физических нагрузок, либо полного их прекращения. Спортсмену необходим активный отдых или полный отдых на протяжении от 1-2 недель до 1 месяца. Рекомендуется применение различных реабилитационных средств — витаминов, биологически активных веществ, массажа, физиотерапии и др.

11.4.2. ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ

Перенапряжение — это резкое снижение функционального состояния организма, вызванное нарушением процессов нервной и гуморальной регуляции различных функций, обменных процессов и гомеоста-

за. Оно вызывается несоответствием между потребностями организма в энергоресурсах при физической нагрузке и функциональными возможностями их удовлетворения. В развитии этого состояния велика роль гормональной недостаточности — в особенности истощение при работе резервов адренокортикотропного гормона гипофиза.

При развитии перенапряжения нарушается баланс ионов натрия и калия, что вызывает отклонения в нормальном течении процессов возбуждения в нервной и мышечной системах. Эти изменения приводят, в частности, к очаговым и диффузным поражениям сердечной мышцы. При изменении ее состояния возможны даже разрывы мышечных волокон миокарда непосредственно в процессе прохождения дистанции спортсменом. Главной причиной перенапряжения является чрезмерные и форсированные физические нагрузки (Солодков А.С., 1995).

Выделяют острое и хроническое перенапряжение.

Острое перенапряжение сопровождается резкой слабостью, головокружением, тошнотой, одышкой, сердцебиениями, падением артериального давления. Оно может в наиболее тяжелых случаях вызывать печеночные боли в правом подреберье, острую сердечную недостаточность, обморочное состояние, даже летальный исход.

Хроническое перенапряжение отмечается при многократных применениях тренировочных нагрузок, несоответствующих функциональным возможностям организма спортсмена. Оно проявляется в повышенной

усталости, нарушениях сна и аппетита, колющих болях в области сердца, стойких повышениях или понижениях артериального давления. Работоспособность спортсмена резко падает.

Сокращение или полное прекращение физических нагрузок способствует восстановлению организма. Используют также лекарственные средства лечения сердечно-сосудистых расстройств. При этом необходимо уделять повышенное внимание сбалансированному питанию и дополнительному приему витаминов.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ

12. СПОРТИВНАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Спортивная деятельность может осуществляться в самых различных условиях внешней среды. При этом спортсмены нередко подвергаются воздействию ряда экстремальных факторов, что приводит к ухудшению их функционального состояния, снижению общей и специальной работоспособности.

12.1. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА НА СПОРТИВНУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

Интенсивные и продолжительные физические нагрузки даже в комфортных условиях внешней среды существенно (в 15-20 раз) увеличивают теплопродукцию в работающих мышцах по сравнению с показателями основного обмена. Образовавшееся тепло передается в кровь, переносится по организму, повышая его температуру до 39-40° С и выше (рабочая гипертермия).

12.1.1. ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ

Повышенное теплообразование при мышечной работе приводит к изменению существующих механизмов теплоотдачи. В комфортных условиях теплопотери осуществляются следующим образом:

15% — за счет теплопроводения и конвекции;

55% — путем лучеиспускания;

около 30% — за счет испарения жидкости с кожных покровов и дыхательных путей. При этом на испарение 1 л жидкости расходуется 580 ккал.

При повышении температуры окружающего воздуха теплоотдача путем проведения и конвекции резко снижается и возрастает испарение пота. В свою очередь, усиленное потообразование приводит к нарушению водного баланса организма — дегидратации (обезвоживанию), которая вызывает прежде всего напряжение функций сердечно-сосудистой системы. Повышенная влажность воздуха серьезно затрудняет теплоотдачу путем испарения пота. Все это ведет к накоплению тепла в организме, создавая риск перегревания и даже тепловых ударов. Естественно, в таких условиях спортивная работоспособность существенно ухудшается.

Таким образом, снижение работоспособности спортсменов в условиях повышенной температуры и влажности воздуха может быть обусловлено снижением кислородтранспортных возможностей сердечно-сосудистой системы, дегидратацией организма и развитием его перегревания.

На основе механизмов саморегуляции предупреждение перегревания организма осуществляется тремя физиологическими процессами.

Первый из них состоит в усилении кожного кровотока, что увеличивает перенос тепла от ядра к поверхности тела и обеспечивает снабжение потовых желез водой. Кожный кровоток при физической работе в условиях высокой температуры может увеличиваться в 10-15 раз, составляя около 20% минутного объема крови. В комфортных условиях при такой же работе эта величина не превышает 5%.

Второй физиологический процесс обусловлен усиленным потообразованием и его испарением. Потоотделение у спортсменов на марафонской дистанции может достигать 12-15 л • час⁻¹; в обычных условиях в состоянии относительного покоя оно составляет 0.5-0.6 л ■ сутки.

И, наконец, в условиях повышенной температуры окружающей среды уменьшаются скорость потребления кислорода и энергетические расходы, что приводит к снижению теплопродукции.

Потеря воды организмом при тренировках и соревнованиях в условиях жаркого климата может достигать до 8-10 л в сутки. Кроме того, потери воды происходят путем мочеотделения (около 1л) и испарения с дыхательных путей (0.75 л).

Естественно, такие потери жидкости должны обязательно восполняться. По современным представлениям, дополнительный прием жидкости нужно осуществлять в достаточном количестве (с учетом величины влагопотерь), дробными дозами, с добавлением солей и витаминов.

Регулярное пребывание человека в условиях повышенной температуры и влажности воздуха, а также физические тренировки, связанные с повышением температуры тела, приводят к адаптации (акклиматизации) организма, что характеризуется повышением работоспособности в этих условиях. Лица, хорошо подготовленные физически, легче переносят повышение температуры и влажности воздуха. При подготовке к соревнованиям в жарком климате нужно проводить тренировки в аналогичных условиях за 10-14 суток.

12.1.2. ВЛИЯНИЕ ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

При пребывании человека в условиях пониженной температуры воздуха (Крайний Север, Заполярье) энергия АТФ расходуется главным образом на теплопродукцию и меньше ее остается на обеспечение мышечной работы. Для сохранения тепла в ядре тела теплоизолирующая оболочка увеличивается вбраз путем уменьшения кожного кровотока. В организме происходит перестройка обменных процессов. Повышается потребность в жирах. Калорийность питания должна увеличиваться на 5% при каждом снижении среднемесячной температуры воздуха на 10°С. При этом почками усиленно выводятся витамины С, В, и В2 зато лучше усваиваются жирорастворимые витамины А, Dh Е.

В организме уменьшаются запасы углеводов и увеличиваются запасы липидов. Содержание глюкозы в крови без всяких признаков патологии уменьшается вдвое (до 45-50 мг%). С уменьшением температуры тела основной обмен увеличивается, возрастает активность щитовидной железы. Описанные перестройки в организме снижают физическую работоспособность организма, особенно в период полярной ночи.

12.2. СПОРТИВНАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕННОГО БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

Спортсменам нередко приходится работать в условиях измененного барометрического давления. Тренировки и соревнования в горах сопряжены с влиянием на организм факторов гипобарии. Они характеризуются снижением общего давления, парциального давления газов и прежде всего кислорода, понижением температуры и влажности воздуха, высокой его ионизацией, повышенной солнечной радиацией и уменьшением силы гравитации. С другой стороны, аквалангисты, пловцы-подводники, акванавты испытывают воздействие гипербарических условий. И в том, и в другом случае основным биологическим фактором, вызывающим ухудшение функций организма и снижение работоспособности является кислород. При этом процентное содержание кислорода и на высоте, и на глубине остается постоянным (около 21 %), но уменьшается или возрастает парциальное (частичное) его давление, поэтому на высоте более 3000 м при вдыхании воздуха развивается кислородная недостаточность (гипоксия), а на глубинах свыше 60 м (опять же при дыхании воздухом) возникает отравление избыточным содержанием кислородом (г и п е р о к с и я).

12.2.1. ВЛИЯНИЕ ПОНИЖЕННОГО БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

Высоты до 1000 м над уровнем моря принято считать низменностью, от 1000 до 3000 м — среднегорьем и выше 3000 м — высокогорьем. Основные тренировки, а иногда и соревнования проводятся на высотах 2500-3000 м, т. е. в среднегорье.

Первые дни нахождения человека в среднегорье сопровождаются снижением аэробных возможностей, увеличением энерготрат на одну и ту же нагрузку, ухудшением функционального состояния организма, вялостью, нарушением сна. По прошествии 10-15 суток наступает адаптация, которая характеризуется тем, что в покое и при умеренной мышечной деятельности люди чувствуют себя хорошо; тяжелые физические нагрузки затруднены, главным образом, вследствие снижения напряжения кислорода в крови (гипоксемия).

При снижении парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, альвеолярном воздухе и в крови может развиваться патологическое состояние — гипоксия. Первые ее признаки появляются при снижении парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе ниже 140 мм рт.ст. (нормальная величина на уровне моря около 160 мм рт.ст.), что возможно на высоте 1500 м и более. Гипоксию нередко называют «коварным» патологическим состоянием. В основе коварства лежит характерная триада признаков:

эйфория (повышенное настроение),

потеря сознания без предвестников, на хорошем психоэмоциональном фоне,

ретроградная амнезия (утрата памяти о предшествующем событии).

Изменения функций организма при гипоксии носят адаптационный и компенсаторный характер и направлены на борьбу с кислородной недостаточностью. Это проявляется прежде всего усилением функций органов дыхания и кровообращения, увеличением количества эритроцитов, гемоглобина, объема циркулирующей крови и возрастанием ее кислородной емкости.

При значительной степени кислородной недостаточности или ухудшении компенсаторных реакций в организме человека развивается ряд физиологических и патологических изменений, получивших название горной или высотной болезни. Она проявляется снижением подвижности основных нервных процессов, нарушением функций вегетативных и сенсорных систем, координации движений, уменьшением показателей физических качеств. Субъективные признаки выражаются головной болью, головокружением, они сопровождаются носовыми кровотечениями, одышкой, тошнотой, рвотой, возможна потеря сознания.

По мере пребывания на высоте устойчивость организма к недостатку кислорода повышается, улучшается самочувствие людей, стабилизируются функции организма и физическая работоспособность. Другими словами, развивается адаптация людей или частный ее случай — акклиматизация, которая осуществляется по двум физиологическим механизмам: а) путем повышения доставки кислорода тканям вследствие нормализации функций кислородтранспортной системы, б) приспособлением органов и тканей к пониженному содержанию кислорода в крови и уменьшением вследствие этого уровня метаболизма.

В первые дни пребывания в условиях среднегорья физическая работоспособность снижается как по прямым, так и по косвенным ее показателям. Особенно существенно снижение работоспособности в тех видах спорта, для которых характерен значительный кислородный запрос (бег на средние и длинные дистанции, плавание, велосипедные и лыжные гонки). Главной причиной снижения работоспособности в этих условиях является увеличение кислородного долга. В видах спорта, где работа протекает преимущественно в анаэробных условиях (гимнастика, акробатика, тяжелая атлетика, спринтерский бег), результаты практически не изменяются.

После пребывания спортсменов в среднегорье и по возвращении их на равнину, в течение 3-4 недель сохраняется повышенная физическая работоспособность, а спортивные результаты нередко улучшаются.

Физиологический смысл этого явления заключается в адаптивности организма к условиям гипоксии. Поэтому перед ответственными соревнованиями, особенно в видах спорта на выносливость, рекомендуются тренировки спортсменов в горных условиях или в специальных рекомпрессионных камерах. Разработана также тренировка с дыханием в замкнутом пространстве (например, в резиновый мешок), в котором по мере дыхания снижается содержание кислорода.

12.2.2. ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОГО БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

Представители некоторых спортивных специализаций (акванавты, ныряльщики, подводные пловцы, аквалангисты) в период пребывания под водой подвергаются воздействию повышенного барометрического давления. В комплексном действии факторов, определяющих специфику такого труда, ведущая роль принадлежит влиянию повышенного давления среды и его перепадов, повышенных парциальных давлений газов, а также изменениям, происходящим в организме вследствие нарушения газового равновесия со средой, вызывающего насыщение и насыщение организма индифферентными газами.

Исследования влияния повышенного барометрического давления на организм человека сопряжены с методическими трудностями, которые определяются тем, что экспериментатор не всегда может находиться вместе с обследуемым; во многих случаях оказывается невозможным использование необходимой аппаратуры. Поэтому большинство фактических материалов о влиянии гипербарии на организм получено в период последствий.

При анализе реакций организма на действие комплекса перечисленных факторов следует иметь в виду, что в процессе эволюции у человека и наземных животных не выработались специальные адаптационные механизмы, реагирующие на значительное возрастание парциальных давлений кислорода и других газов, на процесс проникновения их в кровь и ткани. Свои защитные функции организм осуществляет опосредованно, преимущественно за счет компенсаторных реакций. Все изменения в организме проявляются двумя типами:

физиологические сдвиги, обусловленные влиянием факторов гипербарии при соблюдении необходимых требований к пребыванию под водой,

патологические изменения, связанные с нарушением режимов безопасности или неисправности дыхательной аппаратуры.

При действии повышенного барометрического давления на организм возникают функциональные изменения со стороны разных органов и систем. Изменения функций ЦНС указывают на нарушение уравниваемости основных нервных процессов, характеризующееся снижением силы внутреннего торможения и преобладанием процессов возбуждения. Со стороны дыхательной системы отмечается увеличение сопротивления дыханию, уменьшение скорости выдоха и снижение максимальной вентиляции легких.

Наиболее типичной и закономерной реакцией органов кровообращения является урежение сердечных сокращений, понижение максимального и повышение минимального артериального давления, т. е. уменьшение пульсового давления. Наблюдается также замедление скорости кровотока, снижение количества циркулирующей крови, ударного и особенно минутного ее объемов. Эти изменения следует рассматривать как приспособительную реакцию организма, направленную на ограничение избыточного поступления кислорода в органы и ткани. Изменения в периферической крови характеризуются уменьшением количества эритроцитов и гемоглобина, умеренно выраженным лейкоцитозом; при этом снижаются осмотическая стойкость и фагоцитарная активность лейкоцитов.

У лиц названных специализаций угнетается секреторная деятельность пищеварительных желез; моторная функция желудочно-кишечного тракта усиливается и возрастает диурез. Все виды обмена веществ нарушаются, что приводит к снижению энергообмена и падению уровня физической работоспособности. Возникающие в организме изменения в большинстве случаев носят функционально-приспособительный характер и через несколько часов, как правило, все показатели возвращаются к норме.

Во время работы под водой при нарушении режимов безопасности могут возникать различные патологические состояния и профессиональные заболевания. К их числу относятся: отравление кислородом, кислородное голодание, отравление углекислым газом, переохлаждение или перегревание организма, утопление, особый синдром повышенного давления (барогипертензионный синдром), баротравма легких и декомпрессионная болезнь. Лечение и профилактикой этой патологии занимаются специально подготовленные врачи-физиологи и водолазные специалисты.

Спортсмены, тренеры и медицинские работники, обеспечивающие тренировки и соревнования в условиях гипербарии, должны хорошо знать о возможности возникновения и характере функциональных сдвигов и патологических нарушений в организме людей в период пребывания под водой. В случае появления профессиональных заболеваний пострадавшие должны доставляться в бароцентры (а не в больницы!), где имеется необходимое оборудование для проведения лечебных мероприятий и соответствующие специалисты.

12.3. СПОРТИВНАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ПРИ СМЕНЕ ПОЯСНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Характерной особенностью отечественной физиологии и медицины является признание тесной взаимосвязи

организма с внешней средой. Природные явления подвержены периодическим колебаниям. В соответствии с ритмическими изменениями явлений природы в организме человека и животных сформировались определенные ритмы физиологических функций, получившие название биологических ритмов. Изменения внешней среды неизбежно отражаются на физиологических реакциях организма, обуславливая состояние уравновешенности его с внешней средой, что вытекает из учения И. М. Сеченова и И. П. Павлова о тесном взаимодействии организма и внешней среды, их единстве. Различают суточные (точнее — околосуточные), околосуточные, сезонные (или годовые), многолетние и др. биоритмы.

Среди биологических ритмов человека центральное место занимают околосуточные, или циркадные (циркадианные) ритмы, период которых колеблется около 24 часов. Стереотипные, тысячелетиями повторяющиеся суточные колебания среды в виде смены дня и ночи создали в организме прочную систему последовательных изменений функций организма. Суточные колебания обнаруживаются в деятельности высших отделов ЦНС, в гемодинамике и дыхании, в системе крови и терморегуляции, в деятельности пищеварительного аппарата и обмена веществ, в мышечной силе, быстроте и выносливости, физической и умственной работоспособности и в других проявлениях жизнедеятельности организма.

В настоящее время известно около 60 разных физиологических функций организма, имеющих четкую суточную периодичность, причем фаза максимальной деятельности в большинстве случаев приходится на период бодрствования, а минимум — примерно на 4 часа ночи. Строгое чередование физиологических процессов во времени является одним из выражений биологической целесообразности и физиологической целостности организма.

Возможность нарушения суточных биологических ритмов обусловлена двумя факторами: 1) сменной работой (ночные смены, вахты), 2) быстрым перемещением людей в широтном направлении при пересечении нескольких часовых поясов. Перестройка биоритмов проявляется как субъективными, так и объективными нарушениями (быстрая утомляемость, слабость, бессонница в ночное время и сонливость в дневные часы, изменения функций организма и пониженная работоспособность). В отечественной литературе подобное состояние человека получило наименование «десинхроноза». Выраженность десинхроноза, характер и скорость адаптационных перестроек в новых условиях зависят от величины поясно-временных сдвигов, направления перелета, контрастности поясно-климатического режима в пунктах постоянного и временного проживания, характера двигательной деятельности спортсменов. При возвращении в место постоянного жительства реадaptация людей протекает в более короткий период, чем адаптация к новым условиям.

В основе формирования суточной периодичности лежит условно-рефлекторный динамический стереотип, образование которого в новых условиях проходит несколько фаз:

2-5-е сутки после перелета характеризуются снижением функций организма и прямых показателей работоспособности;

6-10-е сутки сопровождаются колебаниями названных показателей;

11-14-е сутки — характеризуются полным их восстановлением и

после 15 суток иногда отмечается превышение исходного уровня (сверхвосстановление).

Существенное влияние на процессы адаптации к новым поясно-климатическим условиям оказывает специфика двигательной деятельности. В частности, десинхроноз больше сказывается на выполнении скоростных, скоростно-силовых и сложнокоординационных упражнений; в упражнениях на выносливость его влияние значительно меньше.

Работоспособность спортсменов изменяется также от месяца к месяцу, от сезона к сезону, т. е. зависит от биоритмов с длительными периодами. Однако изучены они недостаточно, поэтому в настоящее время нет убедительных, научно-обоснованных предпосылок для использования их в тренерской практике.

12.4. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ ПРИ ПЛАВАНИИ

Спортивная деятельность при плавании имеет ряд физиологических особенностей, отличающих ее от физической работы в обычных условиях воздушной среды. Эти особенности обусловлены механическими факторами, связанными с движением в плотной водной среде, горизонтальным положением тела и большой теплоемкостью воды.

Плотность воды примерно в 775 раз больше плотности воздуха, а отсюда затруднение движений, ограничение скорости и большие энерготраты. При плавании основная мышечная работа затрачивается не на удержание пловца на воде, а на преодоление силы лобового сопротивления. Ее величина зависит от вязкости воды, размеров и формы тела и скорости плавания. Средняя скорость при плавании разными стилями колеблется от 1.5 м • с⁻¹ (брасс) до 1.8 м • с⁻¹ (кроль). Расход энергии при плавании на различных дистанциях зависит от их длины и мощности работы. На дистанциях 100-1500 м он составляет в среднем от 100 до 500 ккал.

Гипогравитация в соответствии с законом Архимеда приводит к тому, что масса тела человека в воде не превышает 1-1.5 кг. В таких условиях в спокойном состоянии деятельность различных органов и систем аналогична их функционированию в состоянии невесомости. Этому способствует и горизонтальное положение тела при плавании, что облегчает работу сердца, улучшает расслабление мышц и функции суставов.

Теплоемкость воды в 25 раз, а ее теплопроводность в 5 раз больше, чем воздуха. Поэтому длительное

пребывание пловцов даже в относительно теплой воде может приводить к значительным потерям тепла и переохлаждению тела. Однако у тренированных пловцов механизмы, обеспечивающие сохранение температурного гомеостаза, более совершенны, чем у людей, не адаптированных к охлаждению. Поэтому плавание в любом возрасте является одним из эффективных средств закаливания.

Названные особенности водной среды оказывают специальное влияние на деятельность различных органов и систем. В частности, в процессе тренировки у пловцов формируется особое комплексное восприятие различных раздражителей, называемое «чувством воды». Оно обусловлено ощущениями, возникающими при раздражении тактильного, температурного, проприоцептивного и вестибулярного рецепторов. При наличии «чувства воды» пловцы хорошо анализируют малейшие изменения в величине сопротивления воды, ее давление и температуру. Эти ощущения способствуют улучшению движений пловца.

Функции зрительной и слуховой сенсорных систем при нахождении пловца под водой существенно ухудшаются. Предметы в воде видятся смутно, расплывшимися, на расстоянии, на соответствующем действительному. Звук в воде распространяется со скоростью $1500 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ (на суше — $330 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$), поэтому практически одновременно приходит в оба уха, что затрудняет определение его направления.

Двигательная деятельность пловца также имеет свои особенности, которые определяются горизонтальным положением тела, большим сопротивлением воды движению, выработкой специфических двигательных автоматизмов и новых координации движений, строгой последовательностью работы отдельных мышечных групп, включением в работу преимущественно мышц рук и плечевого пояса (до 70%) и ног — при плавании брассом. Под влиянием тренировки у пловцов хорошо развивается сила мышц. При плавании основные мышечные группы выполняют динамическую работу. Мышцы должны быть адаптированы к работе как в аэробных, так и в анаэробных условиях. При этом, чем длиннее дистанция, тем большее значение приобретают аэробные процессы.

Деятельность вегетативных органов и систем у пловцов также имеет свои особенности. Тренированным пловцам свойственны брадикардия, умеренное повышение артериального давления, усиленный венозный приток к сердцу, увеличение ударного и минутного объемов крови, расширение полостей сердца и умеренная гипертрофия миокарда. Придыхании пловцам приходится преодолевать сопротивление воды, в связи с этим у них хорошо развита дыхательная мускулатура. При плавании вырабатывается новый автоматизм дыхания, который характеризуется уменьшением длительности дыхательного цикла, увеличением частоты и минутного объема дыхания. Легочная вентиляция при плавании может возрастать до $120\text{--}150 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$, ЖЕЛ у хорошо тренированных пловцов достигает 5.8–6 л.

Изменения в картине крови при плавании характеризуются увеличением содержания эритроцитов, гемоглобина и лейкоцитов. При плавании почти отсутствует потоотделение, поэтому продукты обмена веществ у пловцов могут выводиться только через почки, что предъявляет дополнительные требования к их функциям. Нарушения проницаемости почечных капилляров нередко приводит к появлению в моче белка и эритроцитов. Изменение деятельности почек является одной из специфических реакций организма на плавание.

Потребление кислорода при плавании у квалифицированных спортсменов составляет около $5\text{--}6 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$, что близко к величинам МПК. Кислородный запрос у пловцов доходит до $30 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$, который не полностью удовлетворяясь, приводит к развитию кислородного долга ($10\text{--}15 \text{ л}$). При плавании хорошо развиваются аэробные и анаэробные возможности организма, позволяющие обеспечивать высокие энерготраты (до $10\text{--}15 \text{ ккал} \cdot \text{мин}^{-1}$). Однако КПД при плавании очень низкий и у высококвалифицированных спортсменов не превышает 4–5%.

Плавание как вид спорта — удел молодых; для людей зрелого и пожилого возраста — хорошее средство физического развития, тренировки на выносливость и закаливания.

13. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ ЖЕНЩИН

Роль женщин в производственной сфере, спорте и общественной жизни непрерывно возрастает, от укрепления их здоровья зависит развитие будущего поколения. Это делает необходимым всестороннее научное обоснование физического воспитания и спортивной тренировки женщин.

13.1. МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЖЕНСКОГО ОРГАНИЗМА

Особенности строения и функционирования женского организма определяют его отличия в умственной и физической работоспособности. В общепатологическом аспекте женщины по сравнению с мужчинами характеризуются лучшей приспособляемостью к изменениям внешней среды (температурные сдвиги, голод, кровопотери, некоторые болезни), меньшей детской смертностью и большей продолжительностью жизни.

13.1.1. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Для организма женщин характерны специфические особенности деятельности мозга. Доминирующая роль левого полушария у них проявляется в меньшей степени, чем у мужчин. Это связано с достаточно выраженным представительством речевой функции не только в левом, но и в правом полушарии. Женщин отличает высокая способность к переработке речевой информации, овладению родным и иностранным языком, синхронному переводу, а также словесно-аналитическая стратегия решений и высокая степень речевой регуляции движений.

В процессе их обучения физическим упражнениям следует делать акцент на метод рассказа. Отмечено, что объяснение, словесный анализ движений, доведение до сознания отдельных их элементов, разъяснение ошибок существенно ускоряют овладение движением, формирование двигательных навыков. При запоминании слов женщины превосходят мужчин как по кратковременной, так и по долговременной вербальной памяти.

В то же время цифровая память и скорость переработки информации у женщин ниже, чем у мужчин. Они медленнее решают тактические задачи, больше времени затрачивают на арифметические вычисления. При этом женщины легче решают стереотипные, а мужчины — новые задачи, особенно в условиях дефицита времени. Вместе с тем, более высокий уровень мотивации, а также лучшие показатели обучаемости женщин обуславливают достижение ими значительных успехов. Женщинам присуща более высокая эмоциональная возбудимость, эмоциональная неустойчивость и тревожность по сравнению с мужчинами. Они весьма чувствительны к поощрениям и замечаниям, что необходимо учитывать при педагогических воздействиях, особенно при работе с девочками-подростками.

Высокая чувствительность кожных рецепторов, двигательной и вестибулярной сенсорных систем, тонкие дифференцировки мышечного чувства способствуют развитию хорошей координации движений, их плавности и четкости. Устойчивость вестибулярных реакций особенно возрастает в периоде с 8 до 13-14 лет. В этом возрасте быстро совершенствуется двигательная сенсорная система, растет способность дифференцировать амплитуду движений. Важно использовать этот период развития организма для совершенствования координации движений, повышения устойчивости вестибулярного аппарата, овладения статическим и динамическим равновесием, формирования сложных двигательных навыков.

Женщины обладают острым зрением, высокой способностью различать цвета и хорошим глубинным зрением. Поле зрения у них шире, чем у мужчин. Зрительные сигналы быстрее достигают коры больших полушарий и вызывают более выраженную реакцию. Все это обуславливает совершенство глазодвигательных реакций, уверенную ориентацию движений в пространстве. Способность называть цвета развивается у девочек раньше, чем у мальчиков (уже с 4 лет), нарушения цветного зрения у женщин встречаются много реже (в 0,5% случаев), чем у мужчин (в 8% случаев). К 12 годам завершается основной период развития зрительной сенсорной системы. В зрительной области коры больших полушарий устанавливается четкий ритм биопотенциалов взрослого мозга — около 10 колебаний в 1 секунду.

Слуховая система отличается большей чувствительностью к высоким частотам звукового диапазона, с возрастом это отличие женщин становится более заметным. Музыкальный слух у женщин в 6 раз лучше, чем у мужчин, что облегчает их движения под музыку.

13.1.2. ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ И РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ

У женщин меньше, чем у мужчин, длина тела — в среднем на 10 см, и его масса — на 10 кг. Меньшим размерам тела соответствуют и меньшие размеры внутренних органов и мышечной массы. Имеются отличия и в пропорциях различных частей тела: конечности у женщин короче, а туловище длиннее, поперечные размеры таза больше, а плечи уже. Эти особенности строения тела обуславливают более низкое общее положение центра масс, что способствует лучшему сохранению равновесия, например, в гребле, упражнениях на бревне и т. п. Вместе с тем, большая ширина таза снижает эффективность движений при локомоциях. Благодаря хорошей подвижности позвоночника и эластичности связочного аппарата возможна значительная амплитуда движений, большая гибкость. Сравнительно легче выполняется поперечный шпагат. Красоте и эффективности движений способствует и то, что у женщин чаще встречается высокий свод стопы и реже плоскостопие. Леворукость встречается в 3 раза реже, чем у мужчин. Заметно преобладает по сравнению с мужчинами правосторонняя асимметрия — сочетание преимуществ правой руки, ноги и глаза.

Для женского организма характерны специфические особенности проявления и более раннее развитие физических качеств в процессе индивидуального развития (онтогенеза).

Абсолютная мышечная сила у женщин меньше, чем у мужчин, так как у них тоньше мышечные волокна и меньше мышечная масса (примерно 30-35% массы тела, тогда как у мужчин — порядка 40-45%). Соотношение медленных и быстрых волокон в мышцах не зависит от пола. Несмотря на меньшие значения абсолютной силы мышц, относительная сила у женщин благодаря меньшей массе тела, почти достигает мужских показателей, а для мышц бедра даже превосходит их. Максимальная произвольная сила более слабых мышц руки, плечевого пояса и туловища составляет у женщин 40-70% от показателей у мужчин, более сильных мышц ног — 70-80%.

В ходе индивидуального развития наибольший прирост абсолютной силы у девочек-подростков наблюдается в 12-14 лет. Это наиболее благоприятный возраст для ее развития. Максимальные показатели силы достигаются в 15-16 лет (у мужчин в 18-20 лет). Относительная сила по мере увеличения массы тела может практически не увеличиваться или даже снижаться. У юных спортсменок более быстрый рост абсолютной силы и сравнительно меньшее увеличение массы тела способствуют нарастанию относительной мышечной силы. Это особенно заметно при отставании биологического возраста от паспортного у девочек-ретарданток, занимающихся спортивной гимнастикой.

Скоростно-силовые возможности наибольшей мере совершенствуются в 10-14 лет. В этот период особенно заметно растет прыгучесть.

Женщины отличаются меньшим развитием качества быстроты по сравнению с мужчинами. Больше времени затрачивается у них на обработку поступающей в организм информации. В связи с этим и больше продолжительность зрительно-двигательной реакции. Время простой двигательной реакции руки на световые раздражения у нетренированных лиц составляет, в среднем, 190 мс, у высококвалифицированных спортсменов — 120 мс, а у спортсменок — 140 мс.

Время двигательной реакции резко сокращается к 10-13 годам. Этот период наиболее благоприятен для развития быстроты у девочек. Максимального значения скорость зрительно-двигательных реакций достигает у женщин в 13 лет (у мужчин — в 15 лет). Быстрота движений растет до 14 лет. У женщин, не занимающихся спортом, она затем снижается, а у спортсменок возрастает и далее. Максимальная скорость и частота движений интенсивно нарастают в период 11-16 лет. У взрослых женщин максимальная скорость движений на 10-15% ниже, чем у мужчин.

Женщины обладают хорошей выносливостью к длительной циклической работе аэробного характера. Другими словами, они имеют высокую общую выносливость. Однако при меньших размерах тела женщины имеют и меньшие размеры сердца и легких. Характерна для них также меньшая концентрация гемоглобина и кислорода в артериальной крови. Соответственно, более низкими являются аэробные возможности. Это определяет у них меньшую скорость стайерского бега по сравнению с мужчинами. Вместе с тем, большие запасы жира и способность его использования в качестве источника энергии определяют приспособленность женщин к циклической работе большой и умеренной мощности.

Менее благоприятна реакция женского организма на длительные и мощные статические нагрузки, которые вызывают в организме, в частности, в сердечно-сосудистой системе, значительные изменения из-за несовершенства моторно-висцеральных рефлексов. Такие нагрузки рекомендуется тщательно дозировать и сочетать с динамическими, особенно у девочек-подростков. Наибольшую статическую выносливость у мужчин имеют мышцы — сгибатели туловища, а у женщин — мышцы-разгибатели туловища. При локальной аэробной работе руками (на уровне 80% МГТК) мужчины и женщины с равными МПК не различаются по выносливости. Максимальных показателей общая выносливость достигает у женщин в возрасте 18-22 лет, скоростная выносливость — к 14-15 годам, статическая выносливость — к 15-20 годам.

Уже с ранних лет для девочек характерна хорошая гибкость в суставах, обусловленная большой подвижностью позвоночника и высокой эластичностью мышц и связочного аппарата. Наиболее благоприятным возрастом для ее развития считается период 11-14 лет. У девушек, не занимающихся спортом, гибкость снижается уже с 16-17 лет, а у спортсменок она сохраняется и после 17-летнего возраста.

Проявления ловкости уже достаточно выражены в 8-11 лет, с 14-15 лет это качество постепенно снижается, если его специально не тренировать.

13.1.3. ЭНЕРГОТРАТЫ, АЭРОБНЫЕ И АНАЭРОБНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Для женщин характерен более низкий, чем у мужчин, уровень основного обмена (примерно на 7%). Экономичность основного обмена определяет более высокую выживаемость женщин в определенных условиях (например, при голодании).

Рабочие энерготраты зависят от характера нагрузки. При сходстве биомеханических условий движений (работа на велоэргометре или на тредбане) и расчете энерготрат на 1 кг массы тела потребление кислорода при повышении мощности работы у женщин нарастает в той же мере, что и у мужчин. Однако, в условиях естественных локо-моторных энерготраты женщин в расчете на 1 кг массы превышают показатели мужчин: при ходьбе — на 6-7%, при беге — на 10 %. При этом и общие энерготраты у женщин значительно больше. Это связано с различиями в строении тела и, соответственно, с менее экономичной техникой выполнения спортивных упражнений (при локомоциях у женщин короче и чаще шаги, больше колебания тела).

В среднем, ежедневное потребление энергии у высококвалифицированных спортсменов составляет 3500 ккал, у спортсменок 2800 ккал.

Для женщин характерна более совершенная терморегуляция. У них наиболее равномерно расположены на поверхности тела потовые железы, кожа богаче капиллярами и эффективнее отдает тепло при работе. В связи с этим потоотделение у женщин более экономно. Свойство поддерживать постоянную температуру тела при изменениях температуры внешней среды нарастает вплоть до пожилого возраста.

Способность женщин выполнять работу за счет анаэробных источников энергии (анаэробные возможности) ниже мужской, так как в их организме меньше общее количество аденозинтрифосфорной кислоты, креатинфосфата и углеводов. Причем у женщин меньше как мощность анаэробных процессов (измеряемая с помощью эргометрического теста Маргария), так и их емкость (по показателям максимальной концентрации молочной кислоты и максимальному кислородному долгу). При максимально быстром беге вверх по лестнице мощность анаэробной работы у женщин оказалась примерно на 20% ниже мужской (соответственно, 130 кгм • с⁻¹ и 160 кгм • с⁻¹). Максимальная величина кислородного долга также сравнительно ниже. У фигуристов-одиночников, например, величины кислородного долга у мужчин не превышают 10 л, а у женщин — 5 л.

В процессе индивидуального развития анаэробные возможности развиваются у девочек позже, чем аэробные, и снижаются в зрелом возрасте раньше (уже с 35-40-летнего возраста).

Аэробные возможности женщин, оцениваемые по показателю максимального потребления кислорода, в среднем меньше на 25-30%, чем у мужчин. У высококвалифицированных спортсменок МПК в среднем достигает 3,5-4,5 л • мин⁻¹ (60-70 мл • кг⁻¹ • мин⁻¹). Ограниченные аэробные возможности приводят при повышении мощности работы к более быстрому переходу женского организма на анаэробную энергопродукцию, что свидетельствует о более низком пороге анаэробного обмена. До 10-12 лет величины МПК у мальчиков и девочек почти не различаются. Особенно быстрый рост абсолютной величины МПК у девочек наблюдается в 9-14 лет, дальнейшее нарастание может происходить лишь при систематической тренировке. Относительная величина МПК растет в меньшей степени, а после 14-16 лет может снижаться. Особенностью работы женщин в аэробных условиях является их более высокая по сравнению с мужчинами способность утилизировать жиры. Запасы жира в женском организме значительнее. Общее количество жировой ткани у них в среднем около 30% (а у мужчин — около 20%) массы тела, больше и абсолютное количество жира. По мере расходования запасов углеводов во время работы спортсменки легче переходят на утилизацию жировых источников энергии, чем спортсмены. Однако, это означает менее экономное расходование кислорода и лимитирует выполнение работы, связанной с дефицитом кислорода.

13.1.4. ВЕГЕТАТИВНЫЕ ФУНКЦИИ

Особенности размеров и состава тела определяют и специфические черты вегетативных функций женского организма.

Дыхание женщин характеризуется меньшими величинами объемов и емкостей легких, более высокими частотными показателями. Жизненная емкость легких у женщин меньше, чем у мужчин, примерно на 1000 мл. Глубина дыхания как в покое, так и во время работы меньше, а частота — выше. Это определяет более низкую эффективность дыхательной функции у женщин. Минутный объем дыхания у женщин в покое около 3-5 л • мин⁻¹, а при работе он достигает 100 л • мин⁻¹ и более, составляя примерно 80% от МОД у мужчин. При этом повышение МОД достигается менее выгодным соотношением частоты и глубины дыхания и сопровождается более выраженным утомлением дыхательных мышц. Мужчины превосходят женщин также по абсолютной и по относительной (в расчете на 1 кг массы тела) величине максимальной легочной вентиляции.

В процессе индивидуального развития уже с 7-8 лету девочек начинается переход от брюшного типа дыхания к грудному, который вполне формируется к 18 годам. В периоде с 8 до 14 лет мальчики начинают превосходить девочек по росту показателей ЖЕЛ, МОД и МЛВ, абсолютным и относительным величинам МПК. У девочек наиболее заметный прирост этих показателей отмечается в возрасте 11 лет. Максимальные значения достигаются в 15 лет, а после 35 лет начинается их снижение.

В системе крови у женщин отмечена более высокая кроветворная функция, что обеспечивает хорошую переносимость больших потерь крови и является одной из защитных функций женского организма. При одинаковом у лиц обоего пола числе лейкоцитов и тромбоцитов женский организм характеризуется сниженным количеством эритроцитов, гемоглобина и миоглобина. В крови у женщин содержится 4-5 • 10¹²/л эритроцитов и 120-140 г/л гемоглобина. Меньше у женщин и объем циркулирующей крови на 1 кг массы тела.

Более низкая (на 10-15%) концентрация в крови гемоглобина обуславливает меньшую кислородную емкость крови. Каждые 100 мл артериальной крови связывает у женщин в среднем 16,8 мл кислорода, а у мужчин — 19,5 мл. В связи с этим во время предельных аэробных нагрузок у спортсменок из артериальной крови в мышцы поступает меньше кислорода, чем у спортсменов. Недостаточное кислородное снабжение мышц может приводить при работе, особенно в зоне субмаксимальной мощности, к резко выраженному окислению крови, при этом рН крови снижается от 7,34 до 7,11. Такие нагрузки тяжело переносятся женским организмом, особенно в период полового созревания.

Женское сердце по объему и массе уступает мужскому. Абсолютный объем сердца у незанимающихся спортом женщин составляет в среднем 580 см³, у спортсменок — 640-790 см³. Меньшим объемам сердца и его желудочков соответствует меньшая величина сердечного выброса. Это компенсируется более высокой частотой сердечных сокращений и большей скоростью кровотока. Систолический (ударный) объем крови в покое составляет у женщин примерно 57 мл, а при работе повышается до 120 мл и более. У спортсменок, тренирующихся на выносливость, систолический объем увеличен, что обеспечивает рост максимальной величины сердечного выброса при работе до 140-160 мл. Минутный объем крови у женщин порядка 4 л • мин⁻¹ в покое. Максимальное его увеличение до 25 л • мин⁻¹ наблюдается при работе в зоне субмаксимальной и большой мощности. Рабочее увеличение МОК достигается менее эффективным путем — за счет повышения частоты сердечных сокращений. Наиболее значительное нарастание ЧСС происходит у юных спортсменок. В состоянии покоя ЧСС у женщин порядка 72-78 уд • мин⁻¹. При тренировке на выносливость у спортсменок развивается брадикардия, но выраженная более умеренно, чем у спортсменов. При выполнении одинаковой работы в аэробных условиях ЧСС у спортсменок выше на 20-40 уд • мин⁻¹, чем у спортсменов, но ниже, чем у нетренированных женщин.

Отмеченные у женщин менее совершенные механизмы адаптации кардиореспираторной системы к нагрузкам снижают их аэробные возможности и общую работоспособность.

На функциональное состояние и работоспособность женщин сильное влияние оказывают курение, употребление алкоголя и наркотиков. Привыкание к алкоголю у женщин идет значительно быстрее, чем у

сильного пола. Последствия вредных привычек катастрофичны не только для состояния самой женщины, но и для сохранения здоровья ее детей.

13.2. ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА В ПРОЦЕССЕ ТРЕНИРОВОК

Регулярные занятия физическими упражнениями вызывают значительные перестройки всех функций организма. При выборе средств и методов повышения общей и специальной работоспособности в различных видах спорта и массовых формах физической культуры необходим учет особенностей организма женщин. При этом основное внимание должно уделяться сохранению их здоровья и детородной функции.

13.2.1. ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЖЕНСКОГО ОРГАНИЗМА В ПРОЦЕССЕ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

Правильное построение тренировочного процесса обеспечивает гармоничное развитие основных физических, нравственных и морально-волевых качеств; создает прочный фундамент общей и специальной подготовленности спортсменок, позволяет доводить до высокого уровня возможности организма на базе постепенного их нарастания, в щадящем режиме, с использованием вариативности нагрузок по направленности и напряженности; обеспечивает индивидуализацию тренировочных нагрузок с учетом фаз специфического биологического цикла и на основе регулярного комплексного контроля за самочувствием женщин.

Особое внимание должно уделяться подростковому периоду, когда физические упражнения должны сочетаться со сложной перестройкой всех функций организма в период полового созревания, и перегрузки могут приводить к функциональным расстройствам и задержке развития. У девочек-подростков 14-15 лет по сравнению со взрослыми женщинами кислородный запрос на работу умеренной мощности в 1,5 раза больше, а на работу, проходящую на уровне МПК — в 1,2 раза выше; меньше дыхательный объем и систолический объем крови, но выше частота дыхания и сердцебиений при нагрузке; артериовенозная разность и коэффициент использования кислорода ниже; при работе на уровне МПК_{рН} крови снижается лишь до 7,3; отказ наступает при небольших сдвигах рН и гомеостаза.

Грамотное использование физических нагрузок приводит к повышению функциональных возможностей организма девочек и девушек, которые по многим важнейшим показателям функционального состояния, аэробных и анаэробных возможностей, физических качеств начинают существенно превосходить своих сверстниц, не занимающихся спортом. Для спортсменок, занимающихся циклическими видами спорта, особенно при тренировке на выносливость, характерны более высокие показатели аэробных возможностей организма (МПК порядка 70-80 мл ■ кг⁻¹ ■ мин⁻¹), чем для спортсменок, в тренировке которых преобладает скоростно-силовая и скоростная направленность (МПК 35-45 мл ■ кг⁻¹ ■ мин⁻¹). Наибольшие значения отмечены у представительниц лыжных гонок—до 86 мл ■ кг⁻¹ ■ мин⁻¹.

При силовой тренировке у спортсменок слабее, чем у спортсменов выражена рабочая гипертрофия мышц, что связано с меньшим количеством мужских половых гормонов (андрогенов) в женском организме. Однако использование тестостерона, других андрогенов или их производных (анаболических стероидов) для развития силы чрезвычайно вредно. Это приводит к патологическим нарушениям в женском организме — развитию мужских вторичных половых признаков, нарушению и полному прекращению овуляции и менструации, невозможности деторождения. С 1968 г по решению МОК на крупных международных соревнованиях обязательно проводится секс-контроль спортсменок для устранения лиц с признаками гермафродитизма.

Наибольшую статическую выносливость (региональную и глобальную) показывают конькобежки, а локальную — лыжницы и баскетболистки, особенно для мышц предплечья и сгибателей кисти.

В учебно-тренировочных занятиях особую осторожность следует проявлять при развитии у женщин силовой выносливости, обращая специальное внимание на повышение силы и силовой выносливости мышц брюшного пресса и тазового дна, имеющих большое значение для детородной функции. Изометрические упражнения необходимо сочетать с динамическими.

При скоростной направленности тренировочных занятий женщины достигают существенных изменений качества быстроты, хотя по абсолютным показателям они отстают от мужчин. Реакция на движущийся объект у спортсменок менее точна, чем у спортсменов. Различий в ритме движений у мужчин и женщин не выявлено.

Восприятие времени у спортсменок имеет свои особенности. Их индивидуальная минута короче, т. е. они отмеривают меньший интервал при задании отмеривать минуту. У женщин более выражено изменение индивидуальной минуты на протяжении суток и в условиях стресса.

Сравнительно легче, чем у мужчин, развивается гибкость. Она особенно повышается во время стрессовых ситуаций, в предстартовом состоянии и снижается при утомлении. Женщин отличает высокая ловкость и точность, их движениям присуща большая плавность и эстетичность.

Осуществлению высококоординированных действий способствует формирование в процессе тренировки корковых систем взаимосвязанной активности, участвующих в управлении движениями спортсменок. Чем выше уровень подготовленности спортсменок, тем лучше сформированы эти корковые системы. Их улучшению способствует выполнение упражнений под музыкальное сопровождение.

В ходе многолетней подготовки женщины способны, в отличие от мужчин, очень резко улучшать спортивные

результаты, но они их сохраняют на уровне спорта высоких достижений гораздо меньшее время.

13.2.2. ВЛИЯНИЕ БОЛЬШИХ НАГРУЗОК НА ОРГАНИЗМ СПОРТСМЕНОК

Регулярное применение больших объемов тренировочных нагрузок, недостаточное соблюдение принципа постепенности в повышении их объема и интенсивности могут приводить, особенно у юных спортсменок, к неблагоприятным изменениям, прежде всего к нарушениям овариально-менструальных циклов (ОМЦ), их регулярности, интенсивности и полному прекращению. Большие нагрузки вызывают увеличение выброса гипофизом адренокортикотропного гормона и, соответственно, выброса надпочечниками андрогенов. Это тормозит гонадотропную функцию гипофиза и в результате нарушается функция яичников.

Интенсивные тренировки с большим объемом нагрузок, начатые до начала периода полового созревания, могут задерживать срок наступления первых менструаций (рис. 36), а после их наступления — приводить ко вторичному их исчезновению. Повышенные нервные и психические нагрузки во время соревнований у недостаточно подготовленных спортсменок могут приводить к нарушениям ОМЦ (олигоменоррее, аменоррее, дисменоррее), обморокам, быстрой утомляемости, снижению спортивных результатов.

Подобные изменения в основном встречаются у спортсменок, тренирующихся на выносливость. Нарушения менструального цикла зависят от чрезмерности нагрузок и не зависят от избранного вида спорта.

У женщин-стайеров наблюдаются значительные перестройки в организме: они отличаются меньшей массой тела, уменьшением процента жировой ткани, подавлением активности гипоталамо-гипо-физарно-половой системы. В результате этого в крови снижается содержание гонадотропных и половых гормонов (фоллитропина, эстрогена и прогестерона). В 50% случаев у бегуний на длинные дистанции наблюдалось уменьшение максимального диаметра фолликулов (определенного ультразвуковым методом), чего не отмечалось у бегуний трусой.

У женщин, занимающихся марафонским бегом, отмечали дефицит железа, возникающий в результате его больших потерь с потом и недостаточным возмещением с пищей. Это приводило к развитию железодефицитной анемии, недостаточному снабжению организма кислородом и падению спортивной работоспособности. Примерно у 1/3 женщин, тренирующихся на выносливость, фиксировали задержку наступления первых менструаций, а после их наступления развитие их недостаточности (олигоменорреи) или прекращения (аменорреи). У спортсменок с аменорреей зарегистрировано понижение плотности костной ткани, степени минерализации отростков поясничных позвонков, а как следствие остеопороза — частые переломы костей.

Причиной развития спортивной аменорреи считают снижение содержания в организме жира. При его показателях ниже определенного уровня (16% массы тела) нарушается продукция женских половых гормонов эстрогенов, связанная с жировой тканью, отчего тормозится выделение нейrogормонов гипоталамуса. Их отсутствие нарушает контроль гипофизом функций яичников и приводит к отсутствию овуляции.

Явления эти обратимы. После снижения физических нагрузок протекание ОМЦ через 2-3 месяца нормализуется. Для профилактики описанных явлений рекомендуется, помимо снижения нагрузки, увеличение в рационе кальция и железа, введение эстрогенов, устранение физиологических и эмоциональных стрессов.

13.3. ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЖЕНЩИН

На протяжении всего детородного периода женщины (от полового созревания в 12-13 лет до прекращения репродуктивной функции в 45-55 лет) функции ее организма подчиняются периодическим околomesячным колебаниям, специфичным только для женского организма.

13.3.1. СПЕЦИФИЧЕСКИЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЦИКЛ

Изменения функционального состояния организма, спортивной работоспособности и физических качеств зависят от специфического биологического цикла женского организма, так называемого овариально-менструального цикла. При половом созревании организма тонический отдел полового центра, расположенного в гипоталамусе (под-бугровой части промежуточного мозга), стимулирует выделение гипофизом гонадотропного гормона. Под влиянием этого гормона в яичниках начинается обильное выделение женских половых гормонов — эстрогенов. В порядке обратной связи эстрогены действуют на половой центр гипоталамуса, но уже не на его тонический отдел, а на циклический отдел, который ежемесячно вызывает развитие одной яйцеклетки и ее овуляцию. С возрастом механизм этот существенно изменяется. Уже с 25 лет начинает снижаться чувствительность циклического отдела полового центра к действию эстрогенов. К возрасту 45-55 лет эстрогены уже не могут запустить механизм овуляции и репродуктивная функция прекращается.

Сам половой центр гипоталамуса находится под контролем вышележащих отделов головного мозга и вместе с ними реагирует на все внешние воздействия. Значительные физические и психические напряжения при спортивной деятельности через эту цепь: кора больших полушарий — гипоталамус — гипофиз — половые железы могут существенно изменять протекание ОМЦ женского организма.

Продолжительность ОМЦ колеблется от 21 до 36 дней, в среднем (у 60% женщин) — 28 дней. Весь цикл можно подразделить на 5 фаз: I фаза — менструальная (1-3 день, иногда до 7 дней); II фаза — постменструальная (4-12 день); III фаза — овуляторная (13-14 день); IV фаза — постовуляторная (15-25 день); V фаза

— предменструальная (26-28 день).

I фаза связана с отторжением слизистой оболочки матки и менструальным кровотечением. В этот период происходит резкое падение уровня обмена веществ, в том числе обмена белков. В коре больших полушарий в результате доминирующих интероцептивных влияний со стороны женской половой сферы нарушаются процессы внимания. Снижается чувствительность зрительной, тактильной и других сенсорных систем. Повышается раздражительность, эмоциональная неустойчивость. Усиливается влияние блуждающего нерва, что приводит к урежению частоты дыхания и сердцебиения, расширению сосудов. В связи с потерей крови (обычно 150 — 200 мл) и задержкой воды в организме уменьшается количество эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов и тромбоцитов.

Во II фазе происходит развитие фолликула в яичнике вплоть до его созревания и разрыва (эту фазу также называют фолликулярной или предовуляторной). В этот период нарастает содержание в крови женского полового гормона эстрогена, и происходит развитие слизистой матки. Колебания массы тела на протяжении ОМЦ достигают 2 кг, минимальный вес тела оказывается в этой фазе.

В III фазе происходит выход из фолликула яйцеклетки (овуляция) и попадание ее в маточные трубы и далее в матку.

В IV фазе остатки фолликула образуют желтое тело, которое становится новой железой внутренней секреции и начинает выделять гормон прогестерон (в связи с этим данную фазу называют также прогестероновой). Активируются секреторные процессы слизистой матки.

В V фазе (если не произошло оплодотворения яйцеклетки) желтое тело дегенерирует за 2-3 дня до наступления менструации. Концентрация в крови прогестерона и эстрогена уменьшается, снижая функциональные возможности организма.

13.3.2. ИЗМЕНЕНИЕ СПОРТИВНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ В РАЗЛИЧНЫЕ ФАЗЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА

В обычных условиях в различные фазы ОМЦ происходит не только перестройка гормональной активности, но и изменения функционального состояния всех систем организма. В предменструальную и менструальную фазы, а также в овуляторные дни умственная и физическая работоспособность снижается, повышается функциональная стоимость выполняемой работы, возникает состояние физиологического стресса.

Уменьшение концентрации эритроцитов и гемоглобина в I фазе ОМЦ понижает кислородную емкость крови и, соответственно, аэробные возможности организма. При нагрузке больше обычного повышается частота сердцебиений и дыхания. Снижаются мышечная сила, быстрота и выносливость, но улучшается гибкость.

Накопление в крови эстрогена во II фазе нормализует функции организма, оказывает положительное влияние на функционирование центральной нервной системы, дыхания и сердечно-сосудистой системы; задерживаются в организме натрий, азот и жидкость, в костях — фосфор и кальций. Облегчается автоматизация движений. Работоспособность организма повышается.

В III фазе концентрация эстрогена в крови начинает снижаться, а уровень прогестерона еще невелик. Падает величина основного обмена. На 50% снижается количество эозинофилов. Резко снижается работоспособность и повышается функциональная стоимость выполняемой работы, наблюдаются максимальные величины рабочего расхода кислорода.

В III фазе на фоне повышенной концентрации прогестерона вновь происходит повышение уровня обменных процессов и работоспособности.

В IV фазе концентрация в крови всех половых гормонов снижается и увеличивается количество тирозина (гормона щитовидной железы). Повышается возбудимость центральной нервной системы. В результате преобладания тонуса симпатической нервной системы увеличивается частота сердцебиения и дыхания, сужаются сосуды и повышается артериальное давление. Содержание гликогена в печени уменьшается, а в крови повышается концентрация глюкозы и кальция. В результате активизации щитовидной железы и роста концентрации тирозина повышается уровень обменных процессов в организме. В крови растет содержание эритроцитов и гемоглобина. Отмечается ухудшение остроты слуха и зрения. Изменяется самочувствие женщины — появляются раздражительность, утомляемость, тошнота, потеря аппетита, возможны жалобы на недомогание, боли внизу живота, в пояснице, крестце, головную боль. Работоспособность падает.

Таким образом, работоспособность зависит от перестроек функций организма женщины в различных фазах ОМЦ: в I, II и III фазах ухудшается функциональное состояние и снижается умственная и физическая работоспособность, повышается функциональная стоимость выполняемой работы и возникает физиологический стресс, а во IV фазе работоспособность повышается (рис.37).

Для повышения спортивного мастерства имеет значение общая продолжительность ОМЦ, характерная для конкретного организма. Оптимальной длительностью ОМЦ считают 28 дней, неблагоприятной — 36 — 42 дня и менее 21 дня.

13.4. ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА С УЧЕТОМ ФАЗ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА

При построении тренировочных занятий необходимо учитывать особенности протекания специфического биологического цикла женского организма — оварийно-менструального цикла.

13.4.1. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОТЕКАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА У СПОРТСМЕНОК

Особую осторожность необходимо соблюдать при проведении тренировочных занятий в I, III и IV фазах ОЖ (менструальную, овуляторную и предменструальную), когда снижаются функциональные возможности женского организма и падают результаты. Поданным итальянского Института спортивной медицины, снижение работоспособности во время менструаций среди высококвалифицированных спортсменок в возрасте 12-22 лет отмечали у 7,4% волейболисток, 9,5% дзюдоисток, 12,5% баскетболисток и 9,1% фехтовальщиц.

В эти фазы у бегуний на короткие дистанции снижается быстрота и сила, у гимнасток отмечаются наименьшие координационные возможности, у гандболисток ухудшается общая и специальная работоспособность, у лыжниц снижается выносливость, у представительниц гребли уменьшается общая работоспособность, объем выполненной работы и интенсивность нагрузок, у баскетболисток снижаются скоростные качества, быстрота и точность передач, ухудшается тактическое мышление, особенно в последние минуты игрового времени, у велосипедисток ухудшается вестибулярная устойчивость и падают результаты шоссейных гонок; у пловчих снижается средняя дистанционная скорость и специальная выносливость.

Исследование электрической активности мозга высококвалифицированных баскетболисток в различные фазы ОМЦ (Сологуб Е.Б., 1987, и др.) выявило следующие изменения: в I фазе (менструальной) на 1-2-й день по сравнению со II фазой (постменструальной) на 10-й день ОМЦ наблюдается снижение межцентральных корреляций активности, выраженности рабочих ритмов ЭЭГ в темпе движений («меченых ритмов»), уменьшение взаимосвязи потенциалов зрительной коры с моторными и нижнетеменными (лежащее в основе нарушения пространственной ориентации движений), увеличение взаимосвязи программирующих лобных зон с моторными (отражающее усиление произвольного контроля за движениями). Все это в целом свидетельствовало о дезавтоматизации движений баскетболисток и соответствовало ухудшению их игровой деятельности.

Лишь некоторые спортсменки высокой квалификации могут в указанные периоды успешно выступать на соревнованиях и тренироваться. Среди спортсменок высшего уровня мастерства постоянно тренируются в стрессовые фазы ОМЦ 34%, тренируются периодически — 54%, не тренируются никогда — 12%.

13.4.2. УЧЕТ ФАЗ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ПРИ ПОСТРОЕНИИ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

При построении тренировочных микро- и мезоциклов необходим учет специфического биологического цикла спортсменок — как его общей длительности, так и сроков наступления отдельных фаз. При

этом рекомендуется выделять специальный микроцикл, охватывающий 1-2 дня до менструаций и менструальный период. В тренировочный мезоцикл, следовательно, будут включены 2-4 нормальных микроцикла и 1 специальный (см. рис. 37). Всего в мезоцикле при длительности ОМЦ 30 — 32 дня будет содержаться (включая специальный микроцикл) 5 микроциклов, при длительности ОМЦ 28 дней — 4 микроцикла, при длительности 24 дня — 3,5 микроцикла и при длительности ОМЦ 21 день — 3 микроцикла.

В период специального микроцикла рекомендуется снижать общий объем нагрузок, применять упражнения на гибкость, на расслабление мышц, на развитие скоростных возможностей, на совершенствование спортивной техники. Следует использовать нагрузки преимущественно на мышцы рук. Противопоказаны глобальные статические нагрузки, силовые упражнения с натуживанием, прыжки, статические и динамические нагрузки на мышцы диафрагмы, таза и живота. С пловчихами рекомендуется проводить занятия на суше, избегать переохлаждений в воде. Общий объем нагрузок рекомендуют распределять по фазам ОМЦ следующим образом: в I фазу — 12%, во II фазу — 30%, в III фазу — 10%, в IV фазу — 35%, в V фазу — 13%.

Ведение дневника гинекологического самоконтроля помогает тренеру и спортсменке ориентироваться в вопросах режима занятий и отдыха, способствует индивидуализации тренировочного процесса. При отсутствии нарушений в течении ОМЦ и хорошем самочувствии спортсменки могут продолжать занятия спортом и в менструальную фазу. Отдельные выдающиеся спортсменки даже показывали в этот период рекордные результаты на международных соревнованиях.

Следует также отметить особенности тренировочных занятий в связи с беременностью спортсменок. Считают, что в первые 3 месяца беременности спортсменки могут продолжать тренироваться, в последующие 3 месяца необходимо снизить нагрузку, ввести ограничения в выполняемые упражнения, а в последние 3 месяца — прекратить тренировки. Возобновление интенсивных тренировок после родов рекомендуется по прекращении кормления ребенка грудью.

14. ФИЗИОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СПОРТИВНОГО ОТБОРА

Эффективность тренировочных воздействий существенно определяется адекватностью физических упражнений для данного человека, его врожденными и приобретенными особенностями, что необходимо учитывать в процессе спортивного отбора.

14.1. ФИЗИОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ВОПРОСАМ СПОРТИВНОГО ОТБОРА

Среди мероприятий по физическому воспитанию населения весьма важная роль принадлежит процессам спортивного отбора и спортивной ориентации. Эти процессы имеют принципиальное различие. В процессе спортивной ориентации изучаются врожденные особенности человека и подбираются адекватные для него физические упражнения или вид спорта. В ходе спортивного отбора определяются модельные характеристики соревновательной деятельности ведущих спортсменов и специфические для данного вида спорта спортивно-важные качества, а затем производится поиск подбор людей с соответствующими врожденными и развившимися в процессе жизнедеятельности морфофункциональными особенностями.

Наряду с педагогическими, психологическими и социологическими методами изучения индивидуальных особенностей человека при этом используются генетические и морфофункциональные методы, которые позволяют описать не только врожденные особенности, т. е. задатки человека, но и развитие в течение жизни комплексы его индивидуальных особенностей, определяющих его способности. Получаемые характеристики должны быть различными на разных этапах подготовки спортсмена, так как спортивный отбор представляет собой многоступенчатый процесс с изменяющимися требованиями к организму человека в ходе многолетней тренировки. При этом необходимо учитывать не только исходные показатели, но и многие другие параметры:

динамику индивидуальных реакций организма спортсмена на предъявляемые нагрузки,

возрастные периоды наибольшей эффективности тренирующих воздействий для развития разных физических качеств,

индивидуальный тип адаптации к физическим упражнениям определенной направленности,

скорость и мощность мобилизации функциональных резервов данного организма,

выраженность и темпы проявления срочной и долговременной адаптации ко всему комплексу спортивной деятельности.

Неадекватный выбор спортивной специализации или стиля соревновательной деятельности, как показывают современные исследования, резко замедляет рост спортивного мастерства и ограничивает уровень спортивных достижений, а также является фактором риска для здоровья спортсмена.

За последние годы все больше и больше выявляется значение наследственных влияний на многие показатели строения и функций организма человека, а также на степень развития разных его физических качеств. Их учет в организации тренировочного процесса и спортивном отборе становится все более насущным.

Наследственность заключается в способности живых организмов передавать свои признаки следующим поколениям. В противоположность этому, изменчивость связана со способностью изменения наследственных задатков и их проявлений в процессе развития организмов.

Совокупность всех наследственных задатков называется генотипом, а совокупность всех признаков организма — фенотипом. Фенотип зависит от возможности врожденных задатков проявиться в определенных условиях жизни. Таким образом, основные черты организма определяются как унаследованными свойствами, так и влияниями различных факторов среды (питания, климато-географических и экологических условий, социальной среды, особенностей воспитания и пр.). Иными словами, фенотип есть генотип плюс средовые влияния.

Изучение наследственности у человека характеризуется определенными ограничениями генетического анализа. У человека невозможно проведение направленного скрещивания, экспериментального получения мутаций, обеспечение строгого контроля за окружающими условиями среды на протяжении роста и развития организма. Использование статистического подхода затрудняют малочисленность потомства, длительный период полового созревания, отсутствие сведений об отдаленных предках и их морфофункциональных особенностях. Огромное разнообразие наследственных признаков у человека и большое количество групп сцепления генов также являются препятствием для точного анализа генетических влияний.

К основным методам исследования генетики человека относят следующие:

генеалогический (метод родословных), в котором составляются и анализируются родословные для изучаемого человека, которого называют в данном случае пробандом;

цитологический (изучение особенностей хромосом, ДНК);

популяционный (анализ наследственности в изолированных группах населения);

близнецовый, основанный на сравнении различных признаков у близнецов.

Одним из простых количественных показателей наследственности является коэффициент Хольцингера (Н), который определяет генетическую долю в общем развитии организма. При $H = 1.0$ изучаемый показатель полностью зависит от генотипа, при $H > 0.7$ доля генетических влияний очень высока (70% и более) и лишь небольшая часть приходится на средовые воздействия. Чем меньше этот коэффициент, тем больше средовые

влияния на признаки.

14.2. НАСЛЕДСТВЕННЫЕ ВЛИЯНИЯ НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ФИЗИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ЧЕЛОВЕКА

Изучение степени наследуемости различных морфофункциональных показателей организма человека показало, что генетические влияния на них чрезвычайно многообразны. Они отличаются по срокам обнаружения, степени воздействия, стабильности проявления. Чем больше выражены наследственные влияния на признаки организма, тем больший их учет должен быть при отборе.

14.2.1. НАСЛЕДУЕМОСТЬ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Наибольшая наследственная обусловленность выявлена для морфологических показателей организма человека, меньшая — для физиологических параметров и наименьшая — для психологических признаков.

Среди морфологических признаков наиболее значительны влияния наследственности на продольные размеры тела, меньшие — на объемные размеры, еще меньшие — на состав тела. Величина коэффициента наследуемости наиболее высока для костной ткани, меньше для мышечной и наименьшая — для жировой ткани. Для подкожной клетчатки женского организма она особенно мала.

Для функциональных показателей выявлена значительная генетическая обусловленность многих физиологических параметров, среди которых большая часть метаболических характеристик организма, аэробные и анаэробные возможности, процент быстрых и медленных волокон в мышцах, объем и размеры сердца, характеристики ЭКГ, систолический и минутный объем крови в покое, частота сердечбиений при физических нагрузках, артериальное давление, жизненная емкость легких и жизненный показатель (ЖЕЛ/кг), частота и глубина дыхания, минутный объем дыхания, длительность задержки дыхания на вдохе и выдохе, парциальное давление O_2 и CO_2 в альвеолярном воздухе и крови, содержание холестерина в крови, скорость оседания эритроцитов, группы крови, иммунный статус, гормональный профиль и некоторые другие.

Многие психологические, психофизиологические, нейродинамические, сенсомоторные показатели, характеристики сенсорных систем также находятся под выраженным генетическим контролем: большая часть показателей электрической активности коры больших полушарий, скорость переработки информации, пропускная способность мозга, коэффициент интеллектуальности, пороги чувствительности сенсорных систем, цветоразличение и его дефекты (дальтонизм), нормальная и дальнозоркая рефракция, критическая частота слияния световых мельканий, типологические свойства нервной системы, черты темперамента, доминантность полушарий, моторная и сенсорная функциональная асимметрия и др.

Большая часть поведенческих актов контролируется целым комплексом генов. Чем сложнее поведенческая деятельность человека, тем менее выражено влияние генотипа и больше роль окружающей среды. Для более простых двигательных навыков наследуемость выше, чем для более сложных.

По мере обогащения человека жизненным опытом и знаниями относительная роль генотипа в его жизнедеятельности снижается.

Обнаружены некоторые различия в наследовании признаков по полу. У мужчин в большей мере наследуются проявления леворукости, дальтонизма, показатели объема и размеров сердца, артериального давления и ЭКГ, содержание липидов и холестерина в крови, характер отпечатков пальцев, особенности полового развития, способность решения цифровых и пространственных задач, ориентация в новых ситуациях. У женщин в большей степени запрограммированы генетически рост и вес тела, развитие и сроки начала моторной речи, проявления симметрии в функциях больших полушарий.

14.2.2. НАСЛЕДУЕМОСТЬ ПРОЯВЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ

Наследственные влияния на различные физические качества неоднотипны. Они проявляются в различной степени генетической зависимости и обнаруживаются на различных этапах онтогенеза. В наибольшей степени генетическому контролю подвержены быстрые движения, требующие, в первую очередь, особых скоростных свойств нервной системы — высокой лабильности (скорости протекания возбуждения) и подвижности нервных процессов (смены возбуждения на торможение и наоборот), а также развития анаэробных возможностей организма и наличия быстрых волокон в скелетных мышцах.

Для различных элементарных проявлений качества быстроты — времени простых и сложных двигательных реакций, максимального темпа движений, скорости одиночных двигательных актов (ударов, прыжков, метаний) — получены высокие показатели наследуемости. С помощью близнецового и генеалогического методов подтверждена высокая зависимость от врожденных свойств ($H = 0.70-0.90$) показателей скоростного бега на короткие дистанции, тестинг — теста, кратковременного педалирования на велоэргометре в максимальном темпе, прыжков в длину с места и других скоростных и скоростно-силовых упражнений. Высокая генетическая обусловленность получена также для качества гибкости.

В меньшей степени генетические влияния выражены для показателей абсолютной мышечной силы. Так, например, коэффициенты наследуемости для динамометрических показателей силы правой руки $H = 0.61$, левой руки $H = 0.59$, становой силы $H = 0.64$, в то время как для показателей времени простой двигательной реакции H

= 0.84, сложной двигательной реакции $H=0.80$.

В наименьшей степени наследуемость обнаруживается для показателей выносливости к длительной циклической работе и качеству ловкости (координационных возможностей и способности формировать новые двигательные акты в необычных условиях).

Другими словами, наиболее тренируемыми физическими качествами являются ловкость и общая выносливость, а наименее тренируемыми — быстрота и гибкость. Среднее положение занимает качество силы (табл. 14). Это подтверждается данными Н. В. Зимкина (1970) и др. о степени прироста различных физических качеств в процессе многолетней спортивной тренировки: показатели качества быстроты (в спринтерском беге, плавании) увеличиваются в 1.5-2 раза, качества силы при работе локальных мышечных групп — в 3.5-3.7 раза, при глобальной работе — на 75-150%, качества выносливости — в десятки раз.

Таблица 14 - Показатели влияния наследственности (H) на физические качества человека (по: Москатова А. К.)

Nn/n	Показатели	Коэффициенты наследуем
1	Скорость двигательной реакции	0.80
2	Теппинг-тест	0.85
3	Скорость элементарных движений	0.64
4	Скорость спринтерского бега	0.70
5	Максимальная статическая сила	0.55
6	Взрывная сила	0.68
7	Координация движений рук	0.45
8	Суставная подвижность (гибкость)	0.75
9	Локальная мышечная выносливость	0.50
10	Общая выносливость	0.65

Проявления генетических влияний зависят от возраста. Они больше выражены в молодом возрасте (16-24 г.) по сравнению с более пожилыми людьми. Влияния генотипа также зависят от мощности работы — они нарастают с увеличением мощности работы.

Наследственные влияния на морфофункциональные особенности и физические качества человека зависят от периодов онтогенеза. Различают критические и сенситивные периоды.

Критические периоды характеризуются повышенной активностью отдельных генов и их комплексов, контролирующих развитие каких-либо признаков организма. В эти периоды происходит значительная перестройка регуляторных процессов, качественный и количественный скачок в развитии отдельных органов и функциональных систем, результатом чего является возможность адаптации к новому уровню существования организма и его взаимодействия со средой. Такая перестройка увеличивает число степеней свободы организма, открывает новые горизонты поведения человека, т. е. по существу является «опережающим отражением действительности».

Сенситивные периоды — это периоды снижения генетического контроля и повышенной чувствительности отдельных признаков организма к средовым влияниям, в том числе педагогическим и тренерским.

Критические и сенситивные периоды совпадают лишь частично. Если критические периоды создают морфофункциональную основу существования организма в новых условиях жизнедеятельности (например, в переходный период у подростка), то сенситивные периоды реализуют эти возможности, обеспечивая адекватное функционирование систем организма соответственно новым требованиям окружающей среды.

Для тренеров и педагогов, работающих в области физического воспитания и спорта, знание сенситивных периодов чрезвычайно важно, так как один и тот же объем физической нагрузки, количество тренировочных занятий, подходов к снарядам и т. п. лишь в сенситивный период обеспечивают наибольший тренировочный эффект, который в другие возрастные периоды не может быть достигнут. К тому же учет сенситивных периодов необходим при проведении спортивного отбора для правильной оценки состояния организма и особенностей физических качеств спортсмена.

Сенситивные периоды для различных физических качеств проявляются гетерохронно, т. е. в разное время. Хотя имеются индивидуальные варианты сроков их наступления, все же можно, в среднем, выделить общие закономерности. Так, сенситивный период проявления различных показателей качества быстроты приходится на возраст 11-14 лет и к 15-летнему возрасту достигается его максимальный уровень. Близкая к этому картина наблюдается в онтогенезе и для проявления качеств ловкости и гибкости.

Несколько позже отмечается сенситивный период качества силы. После сравнительно небольших темпов ежегодных приростов силы в дошкольном и младшем школьном возрасте наступает некоторое их замедление в возрасте 11-13 лет. Затем наступает сенситивный период развития мышечной силы в 14-17 лет, когда особенно значителен прирост силы в процессе спортивной тренировки. К возрасту 18-20 лет у юношей (на 1-2 года раньше у девушек) достигается максимальное проявление силы основных мышечных групп. Сенситивный период выносливости приходится примерно на 15-20 лет, после чего наблюдается максимальное ее проявление и рекордные достижения на стайерских дистанциях в беге, плавании, гребле, лыжных гонках и других видах спорта, требующих выносливости (рис. 38).

14.3. УЧЕТ ФИЗИОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА В СПОРТИВНОМ ОТБОРЕ

Знание степени наследственных влияний на морфофункциональные особенности человека и его физические качества позволяет в ходе спортивного отбора опираться на те показатели, которые в наибольшей степени находятся под генетическим контролем, т. е. являются наиболее прогностичными и мало изменяемыми в ходе тренировки.

14.3.1. УЧЕТ СЕМЕЙНОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ В СПОРТИВНОМ ОТБОРЕ

В практике спорта известна роль семейной наследственности. По П. Астранду, в 50% случаев дети выдающихся спортсменов имеют выраженные спортивные способности, многие братья и сестры показывают высокие результаты в спорте (мать и дочь Дерюгины, братья Знаменские, сестры Прессидр.). Если оба родителя — выдающиеся спортсмены, то высокие результаты их детей могут быть в 70% случаев.

Еще в 1930-х годах было показано, что выраженную внутрисемейную наследуемость имеют показатели скорости выполнения теп-пинг-теста. Если оба родителя по теппинг-тесту попадали в группу «быстрых», то среди детей таких родителей значительно больше было «быстрых» (56%), чем «медленных» (лишь 4%). Если оба родителя оказывались «медленными», то среди детей преобладали «медленные» (71%), а остальные были «средними» (29%). Оказалось, что внутрисемейное сходство зависит от характера упражнений, особенностей популяции, порядка рождения ребенка в семье.

Более высокие внутрисемейные взаимосвязи присущи скоростным циклическим и скоростно-силовым упражнениям. Изучение архивов в английских закрытых колледжах, где по традиции обучались дети избранных семейств, показало определенное сходство двигательных возможностей детей и родителей в 12-летнем возрасте. Достоверная корреляция была установлена для некоторых морфологических признаков и скоростно-силовых упражнений: длина тела ($r = 0.50$), бег на 50 ярдов ($r = 0.48$), прыжки в длину с места ($r = 0.78$). Однако, корреляция отсутствовала для сложно-координационных движений, таких как метание теннисного мяча, гимнастические упражнения.

Изучению подвергались многие семейные особенности различных функций организма. Исследования сдвигов легочной вентиляции в ответ на недостаток кислорода (гипоксию) и избыток углекислого газа (гиперкапнию) у взрослых бегунов-стайеров показали, что дыхательные реакции находящихся в хорошей спортивной форме бегунов на длинные дистанции и их не занимающихся спортом родственников были практически одинаковы. При этом они достоверно отличались от более высоких сдвигов легочной вентиляции у контрольной группы лиц, не занимающихся спортом.

Некоторые противоречивые данные внутрисемейного исследования морфологических признаков генетики объясняют влияниями популяционных особенностей. Так, например, имеются различия в характере внутрисемейных генетических влияний на длину тела в разных популяциях: в американской популяции самая высокая взаимосвязь выявлена в парах мать—дочь, затем ее снижение в парах мать—сын, отец—сын, отец—дочь; в африканской популяции снижение корреляции отмечено в другом порядке: от пары отец—сын к парам мать—сын, мать—дочь, отец—дочь.

О внутрисемейных взаимосвязях в отношении умственной работоспособности (по показателю коэффициента интеллектуальности) сообщал Г. Айзенк (1989). По скорости осуществления умственных операций и решения интеллектуальных проблем показатели усыновленных детей соответствовали умственным способностям их биологических родителей, но не приемных родителей. Эти факты свидетельствовали о наследственной природе данных способностей.

В результате анализа браков двоюродных сестер и братьев установлено снижение умственных способностей у их детей, что демонстрирует отрицательный генетический эффект в семьях близких родственников.

Генетически зависимыми являются многие морфофункциональные признаки, определяющие спортивные способности человека и передающиеся по наследству от родителей (длина тела и конечностей, размеры и объемы сердца и легких, умственная работоспособность, восприятие пространства, способность различать цвета, звуки, слова и многое другое).

Специальный анализ наследования спортивных способностей человека был проведен Л. П. Сергиенко (1993) в 163 семьях спортсменов высокого класса (15 мастеров спорта, 120 мастеров спорта международного класса, 28 заслуженных мастеров спорта—победителей и призеров Олимпийских игр, чемпионатов мира, Европы и СССР).

Оказалось, что чаще всего (66.26%) высокие достижения отмечались в смежных поколениях: дети—родители. При этом не было «пропусков» поколений (как в случае рецессивного типа наследования). Отсюда было сделано предположение о доминантном типе наследования.

Было установлено, что у родителей, братьев и сестер выдающихся спортсменов двигательная активность значительно превышала уровень, характерный для людей обычной популяции. Физическим трудом или спортом занимались 48.7% родителей, в большей мере отцы (29.71%), чем матери (18.99%); более активными были братья (79.41%), чем сестры (42.05%).

У спортсменов-мужчин не было ни одного случая, когда бы мать занималась спортом, а отец не занимался. У

выдающихся спортсменов было гораздо больше родственников мужского пола, чем женского, и родственники-мужчины имели более высокую спортивную квалификацию, чем родственницы-женщины.

Таким образом, у мужчин-спортсменов двигательные способности передавались несомненно по мужской линии. У женщин-спортсменок, в отличие от этого, спортивные способности передавались преимущественно по женской линии.

Выдающиеся спортсмены, специализирующиеся в упражнениях на выносливость, были преимущественно младшими детьми и рождались, как правило, в семьях с двумя или тремя детьми, а в таких видах спорта, как бокс, таэквон-до, это преимущественно первенцы.

Имеется особая закономерность семейного сходства в выборе спортивной специализации: наибольшее сходство выявлено в выборе занятий борьбой (85.71 %), тяжелой атлетикой (61.11 %) и фехтованием (55.0%); наименьшее сходство в предпочтении баскетбола и бокса (29.4%), акробатики (28.57%) и волейбола (22.22%).

14.3.2. УЧЕТ ТРЕНИРУЕМОСТИ СПОРТСМЕНОВ

Выбор адекватного вида спорта, отвечающего интересам и наличным возможностям человека, еще не гарантирует его высоких спортивных достижений. Значительную роль в росте спортивного мастерства играет так называемая тренируемость или спортивная обучаемость спортсмена, т. е. его способность повышать функциональные и специальные спортивные возможности под влиянием систематической тренировки. Тренируемость спортсмена обеспечивается в совокупности двумя параметрами:

степенью прироста различных признаков организма в процессе многолетней спортивной подготовки; скоростью этих сдвигов в организме.

Рассмотрим, чем обуславливается степень прироста различных показателей организма спортсмена. Величина изменчивости отдельных функциональных показателей и физических качеств человека зависит от врожденной нормы реакции, т. е. способности генов, контролирующей эти признаки, реагировать на изменение условий индивидуального развития и факторов внешней среды.

Для одних показателей характерна узкая норма реакции; они, в среднем, незначительно изменяются даже при заметных колебаниях внешних условий, в том числе при длительной тренировке (длина тела, гомеостатические свойства крови, состав мышечных волокон в скелетных мышцах, типологические особенности нервной системы и др.). Другим показателям присуща широкая норма реакции, допускающая значительные изменения в фенотипе (масса тела, количество митохондрий в мышце, показатели внешнего дыхания, многие характеристики кровообращения и др.).

В процессе спортивного отбора необходимо обращать внимание в первую очередь на мало изменяемые показатели, которые имеют наибольшую прогностичность, так как тренировочный процесс их мало затрагивает. Именно эти показатели будут лимитировать спортивные достижения в процессе тренировки.

На протяжении многих лет систематических занятий спортом или профессиональной деятельностью практически не изменяются амплитудно-частотные характеристики электрической активности мозга — электроэнцефалограммы, отражающие генетические особенности человека. Это природные свойства индивида с узкой нормой реакции, которые и следует учитывать уже при начальном отборе. Так, например, при отборе спортсменов ситуационных видов спорта, для которых требуется высокое развитие качества быстроты, предпочтительны индивиды с высокой частотой альфа-ритма ЭЭГ. Исследования ЭЭГ высококвалифицированных баскетболистов показали наличие у них высокой частоты этого ритма покоя 11-12 колеб./с, в то время как у лыжников — гонщиков она составляла всего 9-10 колеб./с. В противоположность этому, под влиянием спортивной тренировки существенно изменяются пространственно-временные отношения корковых потенциалов. В коре больших полушарий возникают специфические системы взаимосвязанной активности, отражающие особенности формируемых двигательных навыков в избранном виде спорта. Эти особенности отражают уровень функциональной подготовленности спортсменов и их следует учитывать на более высоких этапах отбора.

Важным прогностическим признаком является композиция (состав) волокон скелетных мышц (рис. 39). В ходе многолетних занятий спортом у человека отсутствует изменение характерного для него числа медленных и быстрых мышечных волокон, что позволяет отнести этот показатель к числу учитываемых при начальном отборе. Исследования композиции мышечных волокон четырехглавой мышцы бедра показали, что, в среднем, у людей наличие медленных (окислительных) волокон I типа составляет 50-60% от числа всех волокон в данной мышце. Так, например, при длительной тренировке в академической гребле присущие отдельным индивидам соотношения волокон не изменяются. У гребцов низкой квалификации (I юношеского разряда и I взрослого разряда) количество медленных волокон в 4-главой мышце бедра составляет 44-82% и у спортсменов высокой квалификации (кандидатов в мастера спорта и мастеров спорта) — оно находится в тех же пределах: 47-73%. Вместе с тем имеются субпопуляции (небольшие группы населения) со значительным преобладанием медленных или быстрых волокон. Среди первых следует искать будущих стайеров, а среди вторых — спринтеров.

Аналогично этому, в отношении аэробных возможностей имеются отдельные индивиды с широкой нормой реакции, другие — с узкой нормой реакции по одному и тому же показателю (величине М ПК). Прирост этого показателя у них в процессе тренировки сильно отличается от среднепопуляционных значений — обычно у боль-

шинства людей прирост МП К составляет, в среднем, около 30% от исходного уровня. Однако, близнецовые исследования канадских ученых выявили генетическую зависимость тренируемости при выполнении одинаковой аэробной работы на велоэргометре. У одних индивидов повышение величины М ПК достигало за 15-недельный тренировочный цикл 60% и более, таких насчитывалось примерно 5-10%, а у других прирост за тот же период оказался менее 5%, их было всего 4% от наблюдавшихся лиц. Эти индивидуальные особенности являются врожденными.

В процессе многоступенчатого отбора можно выделять группы спортсменов с гипокинетическим типом реагирования на физические нагрузки (их примерно насчитывают около 21 %) и с гиперкинетическим типом реагирования (26%), которые показывают более высокий тренировочный эффект по сравнению с гипокинетической группой.

Примерно такое же количество высокотренируемых спортсменов обнаружено среди представителей ситуационных видов спорта, обладающих наиболее мощными и высокомобилизуемыми аэробными и анаэробными возможностями: среди волейболистов — 10%, баскетболистов — 18%, футболистов — 33%.

Исследования тактического мышления у высококвалифицированных баскетболистов позволили по степени увеличения способности к переработке информации при решении тактических задач выделить 3 группы спортсменов (Сологуб Е. Б., Бедрина З. Ю., 1990):

баскетболисты с высокой способностью к обучению (30% от всех наблюдавшихся спортсменов), которые показали за 12 тренировочных занятий прирост пропускной способности мозга (С) на 1.8 бит/с (при среднем исходном уровне пропускной способности во время игровой деятельности $C = 2$ бит/с);

баскетболисты со средним уровнем обучаемости (44% спортсменов), прирост $C = 1.5$ бит/с;

баскетболисты с низким уровнем обучаемости (26%), прирост $C = 1.2$ бит/с.

Определены информативные психофизиологические показатели для отбора спортсменов-баскетболистов с высокой обучаемостью к решению тактических задач. Они характеризуются низкой тревожностью, высокой критичностью в оценке самочувствия и настроения и высокой избирательностью и концентрацией внимания.

Из всех полученных данных можно заключить, что наряду с основной массой людей, обладающих средними показателями прироста морфофункциональных показателей и спортивных достижений, имеются группы лиц (примерно 10-30%) с высоким или с низким уровнем прироста этих показателей при тренировке. Поиск высокотренируемых лиц представляет главную задачу при спортивном отборе, для чего необходима разработка информативных физиологических, морфологических, психофизиологических и психологических параметров для каждого избранного вида спорта.

Рассмотрим вопрос о скорости развития адаптации к избранному виду спорта. В школе дифференциальной психологии Теплова-Не-былицина было выдвинуто представление о свойстве динамичности или обучаемости как первичном свойстве нервной системы — одном из важнейших врожденных свойств, наряду с силой, подвижностью и лабильностью нервных процессов. Обучаемость понималась как скорость образования условных рефлексов.

Развитие учения П. К. Анохина о функциональной системе изменило и представление об обучаемости. По определению В. М. Русалова (1989), динамичность или обучаемость — это быстрота формирования новой функциональной системы в организме. В адаптологии возникло представление о формировании в процессе спортивной тренировки функциональной системы адаптации спортсмена к нагрузкам и о роли скорости адаптации (Солодков А. С., 1988).

При этом степень перестройки функций ограничивается генетически определенной нормой реакции каждого человека, т. е. пределами изменчивости различных признаков организма, а скорость — специальными (темпоральными) генами, контролирующими изменение признаков во времени (Джедда Л., 1971; НикиткжБ.А., 1988, и др.).

У каждого индивида активность этих генов имеет собственную хронологию, т. е. систему отсчета времени. Она определяет индивидуальную скорость роста и развития организма, время и продолжительность считывания генетической информации в клеточных ядрах и синтез в клетках необходимых белков, моменты включения и выключения активности отдельных генов, время наступления критических и сенситивных периодов развития отдельных признаков, длительность их протекания, темпы функциональной активности различных систем организма, скорость обучения человека и другие временные параметры жизнедеятельности. Например, переходный период у одних подростков протекает на протяжении 5-6 лет, а у других за 1.5-2 года. Исследования на близнецах показали генетическую природу обучаемости: при использовании специальных тестов (соединять пары цветных фигур за 30 с): у однойцевых близнецов скорость освоения оказалась одинаковой, а у двухцевых близнецов, имелись достоверно большие различия.

Следовательно, высокотренируемые и низкотренируемые спортсмены различаются не только по величине сдвига работоспособности, физических качеств и функциональных показателей, но и по скорости изменений всех этих показателей, а соответственно, и по времени достижения высоких спортивных результатов. Величина и скорость развития тренировочных эффектов являются независимыми переменными. По выраженности этих факторов выделяют 4 варианта тренируемости (КоцЯ. М., 1986):

высокая быстрая тренируемость;

высокая медленная тренируемость;
низкая быстрая тренируемость;
низкая медленная тренируемость.

Наличие таких индивидуальных физиолого-генетических особенностей обуславливает необходимость многоступенчатого отбора в процессе многолетней спортивной тренировки.

14.4. ЗНАЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ АДЕКВАТНОГО И НЕАДЕКВАТНОГО ВЫБОРА СПОРТИВНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ, СТИЛЯ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И СЕНСОМОТОРНОГО ДОМИНИРОВАНИЯ

Для успешного развития тренированности спортсменов в плане отбора и прогноза необходимы 2 фактора:

адекватный для генетических задатков выбор спортивной специализации, стиля соревновательной деятельности, ведущей руки и ноги спортсмена;

многоступенчатый отбор на каждом этапе многолетней подготовки, с учетом генетически присущей спортсмену скорости адаптации к специализированным нагрузкам.

Лишь сочетание обоих этих факторов в совокупности может обеспечить высокие результаты на уровне спорта высших достижений и сохранение здоровья спортсмена. Основой для суждения о тренируемомTM и различных видах спорта являются уже достаточно известные информативные морфофункциональные и психофизиологические критерии.

Между высокотренируемыми и низкотренируемыми спортсменами возможны значительные различия по времени достижения одних и тех же уровней спортивного мастерства (рис. 40). Так, нормативы мастера спорта высокотренируемые тяжелоатлеты-гиревики выполняют почти на 1.5 года быстрее, чем низкотренируемые спортсмены (соответственно, 3.76 и 4.83 года), дзюдоисты-женщины — на 2 с лишним года быстрее (соответственно, 5.60 и 7.83 года), а дзюдоисты-мужчины — более, чем на 2.5 года быстрее (6.50 и 9.17 года), считая от исходного уровня.

Высокая тренируемость, сокращая время подготовки высококвалифицированного спортсмена, обеспечивает не только выполнение биологической задачи (сохранения его здоровья) и социальной задачи (победы на соревнованиях), но и позволяет достичь высокого экономического эффекта тренировочного процесса, сокращая расходы на оплату труда тренеров, аренду помещения и пр. Фактор времени имеет огромное значение и для личной жизни спортсмена.

Неадекватный выбор вида спортивной деятельности сопровождается формированием нерациональной функциональной системы адаптации с большим числом лишних, неэффективных и даже нецелесообразных внутрисистемных и межсистемных взаимосвязей (например, между спортивно-важными качествами), напряжением адаптационно-компенсаторных механизмов, затруднением восстановительных процессов, медленным развитием тренированности, недостаточно успешным выступлением на соревнованиях, достижением менее высокого уровня спортивного мастерства, неутешительным прогнозом перспективности и, наконец, остановкой роста спортивного мастерства в связи с исчерпанием генетического резерва организма.

К сожалению, в практике довольно часто встречаются случаи неадекватного выбора вида спорта, стиля соревновательной деятельности (атакующий или контратакующий) и ведущей конечности спортсмена.

Например, у фехтовальщиков часты случаи, когда вооруженная рука является неведущей, т.е. хуже управляемой (рис.41). Это явно тормозит рост спортивного мастерства, так как чем выше спортивная квалификация фехтовальщиков, тем меньше оказывается среди них спортсменов с таким неадекватным выбором.

Среди борцов-самбистов около половины спортсменов пользуются неадекватным стилем соревновательной деятельности, не соответствующим их врожденным типологическим особенностям, причем 20% из них борются стилем противоположным. Вследствие этого замедляются темпы овладения спортивной техникой, ухудшаются спортивные результаты, увеличивается время выполнения нормативов спортивных разрядов. Независимо от атакующего или контратакующего стиля, использование «своего» стиля увеличивает скорость роста спортивного мастерства, и различия оказываются тем больше, чем выше спортивная квалификация. Например, у борцов-самбистов время выполнения нормативов 1 разряда при выборе «своего» стиля по сравнению с выбором «чужого» стиля меньше почти на полтора года (соответственно, 4.0 и 5.4 г.), выполнения нормативов кандидатов в мастера спорта — короче более, чем на 2 года (5.0 и 7.2 г.), а нормативов мастера спорта — меньше на 5 с лишним лет! (6.0 и 11.2г.).

Среди спортсменов ситуационных видов спорта (боксеров, волейболистов, баскетболистов и др.) выявлены значительные различия между спортсменами атакующего и контратакующего стиля по многим психофизиологическим показателям. Так, у атакующих боксеров по сравнению с контратакующими достоверно короче временные параметры сенсомоторных реакций и тактического мышления выше показатели теппинг-теста и силы мышц, в предрабочей ЭЭГ более высокий уровень преднастройки (синхронизации корковой активности), а во время парного взаимодействия с соперником в ЭЭГ формируется более асимметричная система управления движениями, включающая нижнетеменные, зрительные и моторные области левого полушария (условно «система восприятия»), при обучении с электромиографической обратной связью менее выражен прирост способности к произвольному управлению мышечными усилиями.

У контратакующих боксеров — более симметричная система взаимосвязанной активности в коре больших полушарий с ведущей ролью передне-лобных областей («система принятия решений»), более высокий коэффициент интеллектуальности в словесном тесте Г.Ай-зенка, при обучении с ЭМ Г-обратной связью более успешно происходит совершенствование мышечного чувства и точности воспроизведения заданных усилий.

Аналогичные данные, полученные на спортсменах волейболистах, баскетболистах, футболистах и фехтовальщиках, позволяют отнести атакующих (нападающих) спортсменов к лицам с невербальным мышлением («художественному» типу, по И. П. Павлову), а контратакующих (защитников) — к лицам с вербальным мышлением («мыслительному» типу).

Как оказалось, в группах спортсменов атакующего или контратакующего стиля насчитывается примерно 2/3 спортсменов, адекватно выбравших стиль соревновательной деятельности, соответствующий их врожденным индивидуально-типологическим особенностям, и около 1/3 спортсменов с неадекватным выбором, которые, по-видимому, компенсируют этот выбор другими функциональными возможностями организма (табл. 15).

Таблица 15 - Количество (%) высококвалифицированных боксеров атакующей и контратакующей манеры ведения боя, выбравших адекватный и неадекватный для врожденных индивидуально-типологических особенностей стиль соревновательной деятельности (по: Сологуб Е. Б., 1986; Таймазов В. А., 1986)

Используемый стиль	Адекватный выбор	I разряд и в мастера	Мастера и мастера международного класса
Контратакую	Адекват	65	62
Атакующий	Неадекват	35	38
	Адекват	64	75
	Неадекват	36	25

Однако неадекватный выбор стиля особенно значительно затрудняет рост мастерства у атакующих спортсменов, имеющих именно те качества, которые находятся под наибольшим генетическим контролем — скоростные свойства нервной системы и двигательного аппарата. Например, доля атакующих боксеров в спорте высших достижений, выбравших неадекватную манеру ведения боя, сокращается с 36% (в группе спортсменов I разряда) до 25% (в группе мастеров спорта и мастеров спорта международного класса).

Дифференциация спортсменов по физиолого-генетическим особенностям создает основу для различного педагогического подхода к их обучению (использование преимущественно методов показа, прочувствования движений для атакующих спортсменов и методов рассказа, объяснений, самоотчетов — для контратакующих), правильного подбора упражнений, выбора адекватного стиля, создания алгоритмов прогнозирования и моделирования успешности соревновательной деятельности.

14.5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ДЛЯ ПОИСКА ВЫСОКО И БЫСТРО ТРЕНИРУЕМЫХ СПОРТСМЕНОВ

В практике спорта эффективность отбора обычно превышает 50-60%. Хотя отмечалось, что предсказание перспективности спортсменов более эффективно, чем предсказание неперспективности. Однако, даже у опытных тренеров с использованием комплекса современных методов прогнозных решений она не более 70-80%.

Современные методы спортивной генетики позволяют избежать многих ошибок в этом плане. В настоящее время достигнуты определенные успехи в поиске генов предрасположенности к мышечной деятельности аэробного характера. Учитываются влияния генов, переключающих жировой обмен с образования белого жира, откладывающегося про запас, не преимущественное образование бурого жира, обеспечивающего двигательную активность человека. Однако выделение отдельных генов или их комплексов чрезвычайно трудоемкий и пока мало разработанный процесс. Для практики спорта особую важность все более приобретает использование в отборе так называемых маркеров, отражающих наследственные задатки отдельных индивидуумов.

Генетическим маркером называют легко определяемый, устойчивый признак организма, жестко связанный с его генотипом, по которому можно судить о вероятности проявления другой, трудно определяемой характеристики.

К основным их свойствам относят следующие:

- жесткая генетическая обусловленность (их коэффициент наследуемости порядка $H=1.0$);
- полное проявление в последующих поколениях;
- хорошая выраженность (высокая экспрессия);
- малая зависимость от факторов внешней среды;
- практическая неизменность на протяжении различных периодов жизни.

С помощью генетических маркеров возможно выявление генетических задатков даже у малолетних детей, для которых нельзя использовать тесты, разработанные для взрослых людей. Выявленные маркерами задатки человека, характеризующие возможные его способности, сохраняют свое влияние на всю последующую жизнь. Для практического удобства было предложено различать маркеры абсолютные и условные.

Абсолютные маркеры характеризуются наиболее высокой наследуемостью (их коэффициент Н приближается к 1.0). К ним относят: группы крови (системы ABO, MN и др.), скорость возникновения некоторых вкусовых ощущений, показатели кожных узоров пальцев (дерматоглифы), формы зубов (одонтоглифы), особенности хромосомных наборов и др.

Условные маркеры менее обусловлены наследственно (их $H = 0.80-0.95$) к ним относятся: соматотип человека, его темперамент (тип высшей нервной деятельности), доминирование правого или левого полушария, особенности сенсорной и моторной функциональной асимметрии и тип индивидуального профиля асимметрии, соотношение быстрых и медленных мышечных волокон в скелетных мышцах, гормональный статус и др.

Использование генетических маркеров позволяет значительно расширить возможности и точность прогнозирования и отбора в спорте, особенно на начальных его этапах. Ранее начало занятий многими видами спорта (гимнастика, фигурное катание, плавание, прыжки в воду и др.) не позволяет у детей 5-6 летнего возраста различить спортивно — выжные качества, характерные для взрослых спортсменов в избранном виде спорта, так как они еще не сформированы на данном этапе онтогенеза.

С целью спортивной ориентации и отбора генетические маркеры можно использовать в двух основных направлениях: 1) поиск спортсменов с адекватными для данного вида спорта признаками организма; 2) отбор среди них не только спортсменов с высокой, но и с быстрой тренируемостью в избранном виде спорта.

Для каждого тренера важно не только подготовить спортсмена высокого класса, но и сделать это без вреда для его здоровья и с наименьшими затратами времени. В связи с этим особую ценность в настоящее время приобретает выявление наиболее информативных генетических маркеров, позволяющих дифференцировать спортсменов по их тренируемости в каждом отдельном виде спорта, т. е. отличить высоко и быстро тренируемых от высоко и медленно тренируемых, низко и быстро тренируемых и, тем более, низко и медленно тренируемых спортсменов.

Так, например среди юных спортсменов, специализировавшихся в таэквон-до и занимавшихся у одного тренера по одной и той же методике на протяжении Шлет, лишь часть достигла уровня черного пояса, а некоторые выполнили лишь нормативы низкого разряда, т. е. Отстали на 6 лет подготовки. При этом установлено, что наиболее информативными показателями — абсолютными и условными генетическими маркерами, позволяющими определить спортсменов-таэквондистов в группу высоко и быстро тренируемых (в отличие от группы низко и медленно тренируемых) являются следующие.

Спортивно педагогические: достижение более высокого уровня квалификации при затрате, в среднем, на 3-4 года меньше на выполнение нормативов одного и того же уровня по сравнению с низко и медленно тренируемыми.

Генеалогические (анализ родословных): высоко и быстротренируемые таэквондисты имеют достоверно больше родственников-спортсменов, в том числе единоборцев, являются практически исключительно первенцами по порядку рождения в семье.

Морфологические: отличительным признаком является достоверно меньшая доля жирового компонента в составе тела, большая обезжиренная масса, а также принадлежность к морфотипу долихоморфов.

Принадлежность к определенной группе крови системы ABO: преобладание III(B) группы крови, достоверно меньшая встречаемость I(0) группы крови и отсутствие со II(A) и IV(AB) группой (принадлежность ко II(A) группе крови достоверно характеризует лишь спортсменов с низкой и медленной тренируемостью).

Показатели физических качеств: достоверно большая быстрота в теппинг-тесте и большая мышечная сила рук, особенно правой руки.

Физиологические показатели: более высокие анаэробные возможности (достоверно большая длительность задержки дыхания на вдохе и на выдохе) и специфика функциональной асимметрии — доминирование правой руки, правой ноги, правого глаза и, соответственно, достоверное преобладание одностороннего (правого) индивидуального профиля асимметрии.

- Психофизиологические и психические характеристики темперамента и личностных особенностей: достоверное преобладание экстравертов, более высокий уровень нейротизма, большая выраженность холерического темперамента и отсутствие флегматиков, а также более высокая субъективная оценка самочувствия.

Выявление подобных информативных комплексов генетических маркеров для отдельных видов спорта позволит разработать более эффективные технологии спортивного отбора высоко и быстро тренируемых спортсменов. При этом важно выявлять в каждой специализации быстро тренируемых спортсменов. Обнаружено, что такой информативный маркер как групповая принадлежность крови позволяет дифференцировать спортсменов по скорости обучения в различных видах единоборств. В требующем особой быстроты боксе среди быстро тренируемых высококвалифицированных спортсменов достоверно преобладают лица с I(0) группой крови (и отсутствуют лица со II(A) и IV(AB) группой); в таэквон-до, отличающемся высокой координацией и ловкостью, быстро тренируемые спортсмены — это, главным образом, лица с III(B) группой (лица со II(A) и IV(AB) группой также отсутствуют); в специализации кик-боксинг, для которой важна хорошая специальная выносливость, среди быстро тренируемых спортсменов преимущество имеют лица со II(A) группой, а среди медленно тренируемых — лица с I(0) группой крови.

15. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Человек не может жить в отрыве от внешней среды. Организм человека, являясь открытой системой, тесно связан с ней — он получает из воздуха кислород для дыхания, пищу для энергообеспечения жизнедеятельности, различного рода информацию из социального окружения для своего развития. Многие влияния оказывают неблагоприятное воздействие, и человеку необходимо принимать специальные меры для поддержания своей работоспособности и здоровья.

15.1. РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ЖИЗНИ

Среди факторов, позволяющих поддерживать необходимый уровень здоровья и высокую работоспособность человека, одно из важнейших мест занимает физическая культура. При этом не требуется больших материальных затрат.

15.1.1. ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЙ ЖИЗНИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Внешняя среда оказывает на человека не только положительное, но и отрицательное влияние. Негативные воздействия могут вызывать различные факторы неживой природы (абиотические), живой природы (биотические) и социальной сферы.

Среди них следует учитывать физические факторы — колебания давления и температуры, проникающая радиация, шум, вибрации и др.; химические факторы — различные вещества в воде, воздухе, земле, пище; биологические факторы — инфекции, вирусы. Кроме того, успехи науки и техники, наряду с полезным эффектом, приводят в современной жизни также и к неблагоприятным последствиям. Автоматизация и механизация производства (широкое использование различных видов транспорта, необходимость работы в ограниченном пространстве (батискафы, космические аппараты, подводные лодки), избыточность информации, постоянный дефицит времени и пр. снижают необходимый уровень двигательной деятельности и повышают нервно-психическое напряжение человека, вызывая стрессовые состояния и угрожая здоровью населения.

Устав Всемирной организации здравоохранения определяет понятие здоровья как «полное физическое, психическое и социальное благополучие». При этом выделяется 4 степени адаптации к условиям окружающей среды или 4 уровня функциональных возможностей человека:

удовлетворительная адаптация, достаточные функциональные возможности человека;

состояние функционального напряжения;

неудовлетворительная адаптация, функциональные возможности организма снижены;

значительное снижение функциональных возможностей организма, истощение физиологических резервов, срыв адаптации.

Эти уровни адаптации отражают риск потери работоспособности и характеризуют изменения в ряде функциональных показателей организма (табл. 16).

Таблица 16 - Характеристика некоторых показателей сердечно-сосудистой системы у мужчин с разной степенью адаптации к окружающей среде (средние данные)

Возра	Показ ЧСС АД,	Удов адапт	Напря	Неуд адапт	Срыв адапта
До 25	ЧСС	74.7	80.5		
26-40	АД	114.5/	127.0/	—	—
	ЧСС	74.2	76.2	81.0	92.0
Стар	АД	115.7/	131.0/	142.9/	183.3/1
	ЧСС	74.8	75.4	76.0	80.7
	АД	122/8	125.5/	142.6/	178.0/9

15.1.2. РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА

В процессе эволюции животного мира, в том числе человека, многие органы и системы организма формировались в тесной взаимосвязи с разного рода движениями. Без работы мышц невозможно перемещение человека в пространстве, осуществление внешнего дыхания, перекачивание крови сердцем, продвижение пищи по пищеварительному тракту, работа мочеполовой системы, передача звуковых волн в слуховом аппарате, поисковая функция глаза и чтение текста, произнесение слов и многие другие функции.

Нарастающее в современном мире ограничение подвижности противоречит самой биологической природе человека, нарушая функционирование различных систем организма, снижая работоспособность и ухудшая состояние здоровья. Чем больше прогресс освобождает человека от физического труда и излишних движений, тем больше растет необходимость компенсации двигательной активности.

В этих условиях очевидна роль развития массовых форм физической культуры. Приобщение к физической культуре очень важно для женщин, от здоровья которых зависит качество потомства; для детей и подростков, развитие организма которых крайне нуждается в высоком уровне подвижности; для лиц пожилого возраста с целью сохранения бодрости и долголетия.

За последнее время, наряду со многими отрицательными демографическими явлениями (сокращение рождаемости, повышение смертности, снижение продолжительности жизни), обнаруживается рост проявлений физиологической незрелости (Аршавский И. А.). Ребенок рождается доношенным, с нормальным весом и длиной тела, но в функциональном отношении недостаточно зрелым. Это проявляется в его пониженной двигательной активности, мышечной слабости (гипотонии), быстрой утомляемости, снижении устойчивости к простудным и инфекционным заболеваниям (снижение иммунитета), неустойчивыми эмоциональными реакциями, слабым типом нервной системы. Результатом физиологической незрелости являются недостаточное развитие физических качеств и навыков, ожирение, развитие близорукости, искривления позвоночника, плоскостопие, детский травматизм. Эти явления накладывают свой отпечаток на всю последующую жизнь человека. Они приводят к задержке полового развития (инфантилизму) в подростковом периоде, к снижению физической и умственной работоспособности в зрелом возрасте и к раннему старению пожилых людей.

Борьба с проявлениями физиологической незрелости не может сводиться к фармаковоздействиям, психологическим или педагогическим мероприятиям. Основное необходимое средство противостояния этому явлению — повышение двигательной активности. Это путь к долголетию и здоровому образу жизни в любом возрасте.

Развитие массовой физической культуры и спорта не только обеспечивает сохранение здоровья и повышение работоспособности, но и способствует заполнению досуга и отвлечению населения, в особенности подростков, от вредных привычек — курения, алкоголизма и наркомании.

Для этого необходимо мотивировать у населения высокую потребность в занятиях физической культурой. Спортивные достижения выдающихся атлетов вдохновляют большие массы людей и способствуют их приобщению к систематическим спортивным занятиям. Справедливо отмечал основатель современного олимпизма Пьер де Кубертен: для того, чтобы 100 человек занимались физической культурой, нужно, чтобы 50 человек занимались спортом; для того, чтобы 50 человек занимались спортом, нужно, чтобы 20 человек были высококвалифицированными спортсменами, а для этого необходимо, чтобы 5 человек могли показать удивительные достижения.

15.2. ГИПОКИНЕЗИЯ, ГИПОДИНАМИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Снижение физических нагрузок в условиях современной жизни, с одной стороны, и недостаточное развитие массовых форм физической культуры среди населения, с другой стороны, приводят к ухудшению различных функций и появлению негативных состояний организма человека.

15.2.1. ПОНЯТИЯ ГИПОКИНЕЗИЯ И ГИПОДИНАМИЯ

Для обеспечения нормальной жизнедеятельности организма человека необходима достаточная активность скелетных мышц. Работа мышечного аппарата способствует развитию мозга и установлению межцентральных и межсенсорных взаимосвязей. Двигательная деятельность повышает энергопродукцию и образование тепла, улучшает функционирование дыхательной, сердечно-сосудистой и других систем организма. Недостаточность движений нарушает нормальную работу всех систем и вызывает появление особых состояний — гипокинезии и гиподинамии.

Гипокинезия — это пониженная двигательная активность. Она может быть связана с физиологической незрелостью организма, с особыми условиями работы в ограниченном пространстве, с некоторыми заболеваниями и др. причинами. В некоторых случаях (гипсовая повязка, постельный режим) может быть полное отсутствие движений или акинезия, которая переносится организмом еще тяжелее.

Существует и близкое понятие — гиподинамия. Это понижение мышечных усилий, когда движения осуществляются, но при крайне малых нагрузках на мышечный аппарат. В обоих случаях скелетные мышцы нагружены совершенно недостаточно. Возникает огромный дефицит биологической потребности в движениях, что резко снижает функциональное состояние и работоспособность организма человека.

Некоторые животные очень тяжело переносят отсутствие движений. Например, при содержании крыс в течение 1 месяца в условиях акинезии выживает 60% животных, а в условиях гипокинезии — 80%. Цыплята, выращенные в условиях обездвижения в тесных клетках и выпущенные затем на волю, погибали при малейшей пробежке по двору.

Тяжело переносится снижение двигательной активности человеком. Обследование моряков-подводников показало, что после 1,5 месяцев пребывания в море сила мышц туловища и конечностей уменьшалась на 20-40% от исходной, а после 4 месяцев плавания — на 40-50%. Наблюдались и другие нарушения со стороны различных органов и систем.

15.2.2. ВЛИЯНИЕ НЕДОСТАТОЧНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

В центральной нервной системе гипокинезия и гиподинамия вызывают потерю многих межцентральных взаимосвязей, в первую очередь, из-за нарушения проведения возбуждения в межнейронных синапсах, т. е. возникает асинапсия. При этом изменяется психическая и эмоциональная сфера, ухудшается функционирование

сенсорных систем. Поражение мозговых систем управления движениями приводит к ухудшению координации двигательных актов, возникают ошибки в адресации моторных команд, неумение оценивать текущее состояние мышц и вносить коррекции в программы действий.

В двигательном аппарате отмечаются некоторые дегенеративные явления, отражающие атрофию мышечных волокон— снижение массы и объема мышц, их сократительных свойств. Ухудшается кровоснабжение мышц, энергообмен. Происходит падение мышечной силы, точности, быстроты и выносливости при работе (особенно статической выносливости). При локомоциях усиливаются колебания общего центра масс, что резко снижает эффективность движений при ходьбе и беге.

Дыхание при недостаточной двигательной активности характеризуется уменьшением ЖЕЛ, глубины дыхания, минутного объема дыхания и максимальной легочной вентиляции. Резко увеличивается кислородный запрос и кислородный долг при работе. Основной обмен и энергообмен понижаются.

Нарушается деятельность сердечно-сосудистой системы. Возникает атрофия сердечной мышцы, ухудшается питание миокарда. В результате развивается ишемическая болезнь сердца. Уменьшение объема сердца приводит к меньшим величинам сердечного выброса (уменьшению систолического и минутного объемов крови). Частота сердечных сокращений при этом повышается как в покое, так и при физических нагрузках.

Ослабленные скелетные мышцы не могут в должной мере способствовать венозному возврату крови. Недостаточность или полное отсутствие их сокращений практически ликвидирует работу «мышечного насоса», облегчающего кровоток от нижних конечностей к сердцу против силы тяжести. Выпадение помощи со стороны этих «периферических сердец» еще более затрудняет работу сердца по перекачиванию крови. Время кругооборота крови заметно возрастает. Количество циркулирующей крови уменьшается.

При низких физических нагрузках и малом увеличении глубины дыхания при работе почти не помогает кровотоку и «дыхательный насос», так как присасывающее действие пониженного давления в грудной полости и работа диафрагмы ничтожны. Все эти следствия пониженной двигательной активности вызывают в современном мире огромный рост сердечно-сосудистых заболеваний.

В эндокринной системе отмечается снижение функций желез внутренней секреции, уменьшается продукция их гормонов.

В случаях акинезии наблюдаются наиболее глубокие поражения организма и происходит сглаживание суточных биоритмов колебания частоты сердцебиения, температуры тела и других функций.

15.3. НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, МОНОТОННОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Спортивная деятельность предъявляет к организму человека самые разнообразные требования — от работы в условиях дефицита времени на фоне непрерывно изменяющихся ситуаций, которая вызывает высокое нервно-психическое напряжение, до длительной монотонной работы, заметно снижающей тонус нервной системы.

15.3.1. НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Условия спортивной борьбы, особенно в ситуационных видах спорта (спортивных играх, единоборствах), вызывают у человека повышенное нервно-психическое напряжение. Огромный объем информации, который должен перерабатывать спортсмен в кратчайшие отрезки времени—часто в десятые и сотые доли секунды, высокая мотивация его выступлений приводят к появлению эмоционального стресса, а в особо сложных условиях—к негативным переживаниям—дистрессу.

Стресс (англ. stress — напряжение) — это общая системная реакция организма человека на экстремальные раздражения.

Канадский ученый Г. Селье рассматривал проявления стресса как неспецифические системные реакции организма или общий адаптационный синдром, который не зависит от специфики раздражителя и протекает в следующие стадии:

1-я стадия — тревоги, которая включает фазы «шока» (резких вегетативных реакций) и «противотока» (мобилизации функциональных резервов).

2-я стадия — резистентности (устойчивости и высокой работоспособности).

3-я стадия — истощения — общего снижения функционального состояния, развития патологических реакций и, в конечном счете, гибели организма.

Эти стадии во многом аналогичны стадиям процесса адаптации (физиологического напряжения, адаптированности и дизадаптации) с тем только отличием, что процесс адаптации включает не только неспецифические, но и специфические приспособительные реакции (А. С. Солодков, 1988).

В спорте возможны различные проявления стресса.

Физический стресс— возникающий во время высокоинтенсивной двигательной деятельности спортсмена, но не связанный с какими-либо эмоциональными переживаниями (например, тренировочные занятия, особенно в стандартных видах спорта).

Эмоциональный стресс — отражающий высокое нервно-психическое напряжение во время соревновательной деятельности и вызывающий мобилизацию функциональных резервов организма и значительные психические,

вегетативные и гормональные реакции.

При развитии эмоционального стресса чрезвычайные раздражители (стрессоры) действуют на высшие отделы центральной нервной системы. Эти влияния вызывают возбуждение симпатического отдела вегетативной нервной системы и выделение связанных с ним гормонов и медиаторов, а через гипоталамус воздействуют на гормональную активность гипофиза. Гормон гипофиза — адренокортикотропный гормон вызывает выделение надпочечниками адреналина, норадреналина, глюкокортикоидов и минералкортикоидов. В результате возникает комплекс приспособительных реакций организма. Увеличивается частота и регулярность дыхания, укорачивается фаза вдоха относительно выдоха; увеличивается частота сердечных сокращений и почти исчезает аритмия; повышается артериальное давление; усиливается обмен веществ и энергии; увеличивается амплитуда ЭМГ и повышается сила сокращений скелетных мышц; в ЭЭГ уменьшается выраженность ритма покоя (альфа-ритма) и увеличивается проявление ритмов напряжения (тета-ритма) и активации (бета-ритма); концентрируется внимание. Все эти реакции обеспечивают высокую работоспособность.

Однако, в результате чрезмерного нервно-психического напряжения развивается состояние дистресса и могут возникать различные негативные реакции — ухудшается кровоснабжение некоторых отделов головного мозга, урежается частота сердечных сокращений, падает артериальное давление, увеличивается время двигательных реакций и снижается моторная активность. При многократных стрессах у спортсменов велика частота спортивного травматизма.

Нервно-психическое напряжение у разных людей может проявляться в различных стрессовых реакциях. Эмоциональный стресс выражен у спортсменов тем сильнее, чем более значимо для них достижение цели действия (их потребность) и чем меньше у них доступной информации, энергии и имеющегося в распоряжении времени. Элементы новизны и неопределенности ситуации повышают напряженность в организме спортсменов.

У спортсменов, более опытных, уверенных в своих силах, с сильными и уравновешенными нервными процессами, состояние нервно-психического напряжения выражено слабее. У них быстрее протекает 1-я стадия, длительна и устойчива 2-я стадия и очень редко проявляется 3-я стадия. У менее подготовленных спортсменов, со слабой или неуравновешенной нервной системой, наоборот, больше выражены 1-я и 3-я стадии и менее — 2-я стадия общего адаптационного синдрома.

15.3.2. МОНОТОННОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Источником положительных эмоций у спортсмена, как у всякого человека, является поиск новой информации, новых путей решения двигательных и тактических задач. При длительном выполнении однообразных двигательных актов (например, в циклической работе умеренной мощности) приток информации значительно снижается, что вызывает скуку, падение интереса к тренировкам, понижение функциональных возможностей.

Монотония — это состояние, вызываемое однообразием работы при большом количестве простых стереотипных движений. Такая работа вызывает у человека состояние пониженной психической активности, чувство безразличия, усталости, сонливости, снижение частоты сердечных сокращений и дыхания, понижение амплитуды ЭМГ работающих мышц, падение работоспособности.

Одним из механизмов возникновения состояния монотопии является привыкание. Если один и тот же стимул многократно повторяется, то внимание к нему ослабляется, реакции понижаются, т. е. утрачивается его новизна. В процессе автоматизации простых двигательных навыков эмоциональное напряжение прогрессивно уменьшается. При этом активируются неспецифические тормозные отделы ствола головного мозга, которые, при отсутствии тонизирующего сенсорного притока в мозг из окружающей среды, вызывают снижение активности высших отделов мозга. В условиях монотонной деятельности изменяется роль левого и правого полушария в управлении движениями. У спортсменов-правшей отмечено снижение активности левого доминирующего полушария головного мозга и повышение роли правого неведущего полушария. Это позволяет продолжать работу, но делает ее менее эффективной. Разные люди неодинаково реагируют на монотонную работу.

Главным фактором сопротивляемости монотонии являются врожденные свойства нервной системы. Успешнее работают в этих условиях спортсмены с сильными уравновешенными нервными процессами и невысокой их подвижностью — флегматики. Исследования высококвалифицированных лыжников-гонщиков, бегунов-стайеров, велосипедистов-шоссейников показали, что флегматики составляют основную долю спортсменов в данных видах спорта.

Имеют значение личностные особенности спортсменов. Интроверты легче справляются с монотонной работой, чем экстраверты.

Для борьбы с монотонией используют варьирование скорости перемещений спортсменов, разные отрезки дистанций, создают соревновательные ситуации и т. п.

15.4. ОСНОВНЫЕ ФОРМЫ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА

К основным средствам физического воспитания относят физические упражнения, естественные силы природы и гигиенические факторы. Физические упражнения — это двигательные действия человека,

необходимые для решения задач физического воспитания. Главные их задачи — повышение работоспособности и оздоровление населения.

15.4.1. ОСНОВНЫЕ ФОРМЫ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Использование различных форм оздоровительной физической культуры неразрывно связано с получением основного эффекта — повышения и сохранения здоровья человека. Вместе с тем, ими решаются в обществе и многие другие задачи — общеобразовательные, познавательные (туризм), реабилитационные (лечебная гимнастика), рекреационные, развлекательные (игры), профессиональные (производственная гимнастика, профессионально-прикладная физическая подготовка).

Физические упражнения подразделяют на гимнастику, игры, туризм и спорт. Оздоровительный эффект имеют различные виды гимнастики.

Основная гимнастика обеспечивает широкую общую физическую подготовку человека к различным видам двигательной деятельности. Гигиеническая гимнастика, в частности утренняя зарядка, активизирует функции организма в течение дня. Утренняя зарядка снимает заторможенное состояние мозга после сна, повышая тонус центральной нервной системы афферентными импульсами от работающих мышц; стимулирует активность сенсорных систем; активизирует работу сердечной мышцы и усиливает венозный кровоток; увеличивает глубину дыхания; устраняет отечность тканей, усиливая лимфообращение. Водные процедуры, сопровождающие зарядку, обеспечивают закаливание, действуя на терморецепторы кожи. В недавнее время широко развивалась производственная гимнастика, которая в различных ее формах повышает производительность умственного и физического труда и снижает профзаболевания. При использовании перед работой вводной гимнастики возникает встраивание организма, небольшие физкультминутки и физкультпаузы являются хорошими средствами активного отдыха, а восстановительная гимнастика улучшает процессы восстановления организма после работы. Лечебная гимнастика обеспечивает восстановление нарушенного здоровья человека. Она имеет узкую специфическую направленность в зависимости от характера заболевания.

Игры, повышая физическую активность человека, способствуют общему оздоровлению населения, а также развивают наблюдательность, экстраполяцию, творческие возможности мозга, способность к переработке информации в условиях дефицита времени. Для развития различных физических качеств и формирования двигательных навыков у детей дошкольного и младшего школьного возраста большое значение имеют имитационные игры. Среди взрослого населения широко распространены игры как средство активного отдыха и заполнения досуга, улучшения психо-эмоционального состояния.

Туризм — это разнообразная естественная двигательная деятельность в природных условиях. Огромно его влияние на здоровье населения, снятие невротических состояний, вызываемых нервно-психической напряженностью бытовых и профессиональных ситуаций, воспитательно-образовательная роль. Различные виды туризма — прогулки, экскурсии, туристские походы позволяют человеку укреплять здоровье, поддерживают бодрое настроение, развивают способность к пространственной ориентации на местности, умение адаптироваться к различным естественным ситуациям и погодным условиям. Они служат также для приобретения новых навыков, развития умственных способностей, пополняют знания об окружающем мире и его объектах.

Спорт связан с соревновательной деятельностью, что требует систематической подготовки организма к высоким спортивным достижениям. Занятия массовым спортом преследуют в значительной мере оздоровительный эффект, а это, в свою очередь, может быть достигнуто лишь при рациональной организации спортивной тренировки, правильно подобранном режиме тренировочных занятий и отдыха, индивидуализации физических нагрузок. Особое значение в последнее время приобретают в плане оздоровления занятия национальными, народными видами спорта (русская лапта, городки и пр.).

15.4.2. ВЛИЯНИЕ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Выполнение физических упражнений несет два последствия для организма человека: 1) специфический эффект, т. е. адаптация к данным физическим нагрузкам, 2) дополнительный, неспецифический эффект — повышение устойчивости к разнообразным неблагоприятным факторам внешней среды. Люди, систематически занимающиеся физическими упражнениями (не менее 6-8 часов в неделю), оказываются, резко болеют, легче переносят инфекционные болезни (рис. 42). У них реже частота и длительность простудных заболеваний, гораздо меньше сопутствующих осложнений. У спортсменов повышается устойчивость к перегреванию и переохлаждению, к действию проникающей радиации, однако снижается переносимость голодания и некоторых ядов. Выяснилось, что чем выше аэробные возможности организма, тем ниже показатели смертности. При повышении индивидуальных величин относительного МПК в 2 раза у мужчин (от 21 до 42 мл · кг⁻¹ · мин⁻¹) смертность снижается примерно в 3 раза, а у женщин повышение МПК в 1,5 раза (от 21 до 32 мл · кг⁻¹ · мин⁻¹) снижает смертность в 2 раза. Исследования на животных также демонстрируют усиление неспецифической устойчивости при тренировке. В группах тренированных крыс (плавание, статическая нагрузка) по сравнению с контрольной группой нетренированных крыс повышалась устойчивость в 1,5 раза к действию гипоксии (по времени возникновения судорог на высоте 13 км), в 1,5 раза — к отравлению хлороформом (по проценту выжи-

вания), в 4 раза — к облучению (по 4-кратному увеличению смертельной дозы рентгеновских лучей), на 7% — к перегреванию (по длительности жизни при 70°C), на 1/3 — к охлаждению (до начала судорог в воде при 5°C).

Для получения наибольшего оздоровительного эффекта и максимального повышения работоспособности следует соблюдать оптимальные двигательные режимы, разработанные для лиц различного возраста.

Оптимальный объем физической нагрузки по количеству часов в неделю составляет для возраста 6-8 лет— 13-14, 9-12 лет— 12-13, 13-15 лет - 11-12, 16-20 лет - 8-9, 24-30-лет - 7-8, 30-60 лет - 5-6, пожилых лиц — 8-10 часов.

Определена минимальная интенсивность нагрузки, при которой происходит повышение функциональных возможностей организма. Ее рассчитывают, исходя из величины максимальной ЧСС, равной $220 - \text{возраст}$ (количество лет). Оптимальная физическая нагрузка выполняется при ЧСС от 65% до 85% от максимальной ЧСС (рис. 43).

Следовательно, для молодого человека 20-ти лет оптимальной является нагрузка, выполняемая при ЧСС в диапазоне $130-170 \text{ уд} \cdot \text{мин}^{-1}$ (его максимальная ЧСС составляет $220 - 20 = 200 \text{ уд} \cdot \text{мин}^{-1}$), а для пожилого человека 60-ти лет оптимум нагрузки соответствует диапазону ЧСС от 104 до 136 $\text{уд} \cdot \text{мин}^{-1}$ (его максимальная ЧСС составляет $220 - 60 = 160 \text{ уд} \cdot \text{мин}^{-1}$).

Отечественными и зарубежными учеными разработаны общие рекомендации по величине тренировочной нагрузки для развития и поддержания кардио-респираторных функций, состава тела, мышечной силы и выносливости у взрослых здоровых лиц.

Частота тренировочных занятий — 3-5 дней в неделю.

Интенсивность работы — 65%-85% от максимальной ЧСС или 50-85% от МПК.

Длительность занятий — 20-60 минут непрерывной аэробной работы в зависимости от интенсивности (допускается 2-3 пика нагрузки по 1-2 мин с ЧСС до 90-100% от максимальной ЧСС или от МПК).

Вид упражнений—любые упражнения с использованием больших мышечных групп при ритмичной и аэробной работе—бег, бег трусцой, катание на лыжах, коньках, велосипеде, плавание, гребля, танцы, игровая деятельность.

Упражнения с сопротивлением умеренной интенсивности, эффективные для поддержания анаэробных возможностей, развития и сохранения массы тела и прочности костей — 8-10 упражнений на большие мышечные группы не менее 2 дней в неделю.

Рекомендуемый двигательный режим позволяет поддерживать оптимальный уровень физической работоспособности, состояние тела и здоровья (англ. fitness — фитнес), уменьшение ЧСС покоя, повышение аэробных и анаэробных возможностей организма, снижение утомляемости и ускорение процессов восстановления. При суточных энергозатратах не менее 1200 ккал возможно оптимальное снижение массы тела — не более 1 кг в неделю.

Для определения оптимальной двигательной активности взрослого здорового человека можно использовать суточный показатель количества шагов. 10000 шагов в 1 день обеспечивают средний уровень энергозатрат 2200-2400 ккал в сутки (1700 ккал — основной обмен и 500-700 ккал — на мышечную работу). Опыт изучения двигательной активности различных контингентов населения показывает, что в зрелом возрасте люди делают, в среднем, 10-15 тыс. шагов в сутки, а в пожилом возрасте — 6-8 тыс. шагов. Подвижность детей дошкольного и младшего школьного возраста очень высока. Число шагов, проходимых в день дошкольниками в зимний период, составляет в возрасте 3-4 лет 11,2 (девочки) и 11,9 тыс. шагов (мальчики), в 5 лет, соответственно, 12 и 13,5 тыс. шагов, в 6-7 лет — 13,6 и 15,0 тыс. шагов, в 8 лет — 16,2 и 18,1 (до 22-24 тыс. шагов). Однако этот уровень подвижности не всегда реализуется. В детских садах и, особенно, в школах дети и подростки испытывают значительный дефицит двигательной активности, что приводит к росту заболеваний, ожирению, плоскостопию и другим отклонениям в состоянии здоровья.

Повышению функциональных возможностей организма, сохранению здоровья и развитию профессиональных психофизиологических особенностей, физических качеств и формированию двигательных навыков способствует профессионально-прикладная физическая подготовка. Средствами физического воспитания решаются задачи адаптации работающего населения к профессиональной деятельности, военному труду. Так, например, повышение вестибулярной устойчивости, достигаемое в плавании, акробатике, гимнастике, спортивных играх, имеет большое значение для летчиков, космонавтов; быстрота реакции, высокая надежность сенсорных систем, скорость переработки информации, развиваемые в ситуационных видах спорта, необходимы профессионалам-операторам, радиотелеграфистам, машинисткам; высокий уровень развития силы и выносливости требуется геологам, военнослужащим.