

Солодков А.С., Сологуб Е.Б.

ФИЗИОЛОГИЯ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебное пособие

СПб, 1999

УДК 612:796.01

ББК 58.0

Рецензенты:

В. И. Кулешов, докт. мед. наук, проф. (ВМедА);

О. С. Насонкин, докт. мед. наук, проф. (СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта).

Солодков А. С. Физиология спортивной деятельности: учебное пособие /А.С.Солодков, Е.Б.Сологуб. СПб.: СПбГАФК им. П.Ф.Лесгафта. 1999. 231 с.

В пособии представлены современные данные по основным разделам общей и частной физиологии спорта. Материалы соответствуют учебной программе по физиологии для вузов физической культуры и требованиям Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Пособие предназначено для студентов, аспирантов, научных сотрудников, преподавателей, тренеров и врачей, изучающих и разрабатывающих проблемы спортивной физиологии и осуществляющих контроль за лицами, которые занимаются физической культурой и спортом.

©Санкт-Петербургская государственная академия
физической культуры им. П. Ф. Лесгафта, 1999

Предисловие

Бурное развитие физиологии и ускорение научно-технического прогресса в стране обусловили появление в 30-х годах нашего столетия нового самостоятельного раздела физиологии человека - физиологии спорта, хотя отдельные работы, посвященные изучению функций организма при выполнении физических нагрузок публиковались еще в конце прошлого века (И. О. Розанов, С. С. Груздев, Ю. В. Блажевич, П. К. Горбачев и др.). При этом следует подчеркнуть, что систематические исследования и преподавание физиологии спорта начались в нашей стране раньше, чем за рубежом и носили более целенаправленный характер. Кстати заметим, что только в 1989 г. Генеральная Ассамблея Международного Союза физиологических наук приняла решение о создании при ней комиссии "Физиология спорта", хотя подобные комиссии и секции в системе АН СССР, АМН СССР, Всесоюзного физиологического общества им. И. П. Павлова и Госкомспорта СССР существовали в нашей стране с 1960-х годов.

Теоретические предпосылки для возникновения и развития физиологии спорта были созданы фундаментальными работами И. М. Сеченова, И. П. Павлова, Н. Е. Введенского, А. А. Ухтомского, И. С. Бериташвили, К. М. Быкова и др. Однако систематическое изучение физиологических основ физической культуры и спорта началось значительно позже. Особенно большая заслуга в создании этого раздела физиологии принадлежит Л. А. Орбели и его ученику А. Н. Крестовникову, и оно неразрывно связано со становлением и развитием Академии физической культуры им. П. Ф. Лесгафта и ее кафедры физиологии - первой подобной кафедры среди физкультурных вузов страны.

Становление физиологии спорта в значительной мере было обусловлено широким проведением фундаментальных и прикладных исследований по предмету. Развитие любой науки ставит перед представителями многих специальностей все новые и новые практические задачи, на которые теория не всегда и сразу же может дать однозначный ответ. Однако, как остроумно заметил Д. Краукрофт (1970), - "... научные исследования обладают одной

странной особенностью: у них есть привычка рано или поздно оказываться полезными для кого-то или для чего-то". Анализ развития учебного и научного направлений физиологии спорта со всей очевидностью подтверждает это положение.

Знание истории любой науки является необходимой предпосылкой для правильного понимания места, роли и значения дисциплины в содержании социально-политического статуса общества, его влияния на эту науку, а также науки и ее представителей на развитие общества. Поэтому рассмотрение исторического пути развития физиологии спорта, упоминание наиболее ярких ее представителей и анализ естественно-научной базы, на которой формировались основные понятия и представления этой дисциплины дают возможность оценить современное состояние предмета и определить перспективные направления его дальнейшего развития.

К настоящему времени имеются значительные фактические материалы по физиологии спорта, изложенные в соответствующих учебниках и учебных пособиях. Однако в последние годы по некоторым разделам предмета появились новые данные, не вошедшие в прежние издания. Кроме того, в связи с постоянно меняющейся и дополняющейся учебной программой, содержание ранее изданных разделов дисциплины не соответствует современным тематическим планам, по которым ведется преподавание в физкультурных вузах России. С учетом сказанного, изложению дополненных и ряда новых материалов в рамках сегодняшних учебных и научных сведений и посвящено настоящее учебное пособие, в котором выделены общая и частная части физиологии спорта. В соответствующие разделы пособия включены и результаты собственных исследований авторов.

Авторы осознают, что при кратком изложении материала часть вопросов не нашла в пособии достаточно полного и всестороннего представления. Они с благодарностью примут все замечания и предложения, направленные на его дальнейшее совершенствование.

Глава 1. ФИЗИОЛОГИЯ СПОРТА – УЧЕБНАЯ И НАУЧНАЯ ДИСЦИПЛИНА

Физиология спорта 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.

1.1. Физиология спорта, ее содержание и задачи

Физиология спорта – 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.

Физиология спорта 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 физиология спорта, 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 с физиологией спорта таким образом, что они взаимно обогащают или дополняют друг друга. В этом плане физиология спорта тесно связана с анатомией, биохимией, биомеханикой, гигиеной и психологией.

И, наконец, третью группу дисциплин, с которыми связана физиология спорта, 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.

Физиология спорта включает в себя две относительно самостоятельные и вместе с тем связанные между собой части. Содержанием первой – 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. Вторая часть - 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.

Одной из важных задач физиологии спорта является научное обоснование, разработка и реализация мероприятий, обеспечивающих достижение высоких спортивных результатов и сохранения здоровья спортсменов. Следовательно, физиология спорта — 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 физиологии спорта является то, что ее материалы могут быть получены только на человеке, 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 физиологии спорта 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, бегущая 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.

Физиология спорта 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 об изменениях физиологических процессов, 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 физиология спорта 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 физиологии спорта решаются в рамках массовых форм физической культуры.

Вторая проблема физиологии спорта 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 приводить 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 раздельно 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 физиологии спорта

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 физиологии спорта.

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 учебник физиологии для институтов физической культуры (1938) и первую монографию по физиологии спорта (1939). Издание названных книг дало возможность выделить и окончательно сформировать в физиологии человека новый учебный и научный разделы предмета - физиологию спорта. С этого времени начинается второй, переходный, период развития физиологии спорта (1930-1950-е годы) как учебной и научной дисциплины. С 1955 по 1960 г. кафедрой руководит профессор Евграф Константинович Жуков.

Современный, третий, период развития физиологии спорта (1960-1990-е годы) характеризуется созданием систематического учебного и научного разделов дисциплины, соответствующих новым задачам подготовки высоко-

квалифицированных, 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 физиологии спорта сыграли 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 Мозжухин. 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.

Располагая высококвалифицированным составом сотрудников, кафедра физиологии внесла большой вклад в подготовку научно-педагогических кадров и составление учебных программ, учебников и учебных пособий для институтов и техникумов 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 физиологии спорта: адаптация к физическим нагрузкам, функциональные резервы организма спортсмена, утомление и восстановление и др. Ежегодно по различным вопросам физиологии спорта печатаются десятки научных работ. С 1939 по 1990 г. сотрудниками кафедры опубликовано 20 монографий, непосредственно связанных с физиологией спорта, некоторые из них переведены за рубежом (Болгария, Германия, Польша, Румыния, Греции, 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 меди-

цинских 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 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. Мозжухин 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 сту-

дентам 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 физиологии спорта.

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

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 спорт-

сменов (Е. Б. Сологуб); изучены эмоции 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 физиологии спорта в нашей стране существенно расширялось и углублялось, но при этом в большинстве случаев использовались методические подходы, разработанные на кафедре физиологии ИФК 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 физиологии спорта 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 физиологии спорта,

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. Требует 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 физиологии спорта большое значение приобретают так называемые экспресс-методы, позволяющие оценивать функциональное состояние спортсмена не только после, но и в процессе тренировок и соревнований. Важными задачами спортивных физиологов являются 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 быстрейшей реализации прикладных направлений физиологии спорта. 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 Alessandro Volta, сказанные им еще в 1815 году: "Нет ничего практичеснее хорошей теории".

Глава 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 многофункциональных 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 функцио-

нальных 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, каждой из которых 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 осуществля-

ляется 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 восстанию

новлению 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 прекращения 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, ко-

торая 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 наблю-

даются 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 к 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 непременных условий развития адаптации к физическим нагрузкам является мобилизация и использование физиологических резервов организма.

С физиологической точки зрения ведущими в тренировке являются по-

вторность 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 физиоло-

гов.

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 совереннее, 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 (Меерсон Ф.З., 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 на пределе 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 величинах 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 этом 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 лимитированными.

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 устой-

чивости 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.

века (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 (по Ф. З. Меерсону, 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, не-

обходимого 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 в 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 гомео-

стаза 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 приспособливаться 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. Можжухиным (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 40 л. т. е. уве-

личиваться 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, безусловно-рефлекторным 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. И. 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.

Глава 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 "меченные 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 попаременно 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 1мин).

Минутный объем дыхания при этом может увеличиваться до 150-200 л • мин⁻¹. Однако большое потребление кислорода дыхательными мышцами (до 1л•мин⁻¹) делает нецелесообразным предельное напряжение внешнего дыхания.

Сердечно-сосудистая система, участвуя в доставке кислорода работающим тканям, претерпевает заметные рабочие изменения. Увеличивается sistолический 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. Наблюдаются миогенный эритроцитов (до 5.5-6•10¹²•л⁻¹) и миогенный тромбоцитоз (увеличение в 2 раза). В зависимости от тяжести работы проявляются различные стадии миогенного лейкоцитоза. Небольшие тренировочные нагрузки вызывают появление 1-й стадии - лимфоцитарной с преобладанием в лимфоцитарной формуле лимфоцитов и ростом общего количества лейкоцитов до 10-12•10⁹•л⁻¹. Более значительные нагрузки, особенно в соревнованиях, вызывают появление 2-й стадии или 1-й нейтрофильной с ростом количества нейтрофилов (особенно юных и палочкоядерных) и увели-

чением количества лейкоцитов до $16\text{-}18 \cdot 10^9 \cdot \text{л}^{-1}$. Истощающая нагрузка приводит к 3-й стадии или 2-й - нейтрофильной с резким ростом количества лейкоцитов в крови до $20\text{-}50 \cdot 10^9 \cdot \text{л}^{-1}$, преобладанием незрелых форм нейтрофилов и исчезновением других форм лейкоцитов (эозинофилов, базофилов).

При работе увеличивается отдача кислорода из крови в ткани. Соответственно, становится больше артериовенозная 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 достигает 70%.

При циклических упражнениях различной длительности с увеличением дистанции снижаются единичные энерготраты (ккал в 1с) 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 воз-

растные 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⁻¹, а у пожилых – от 110 до 150-160 уд • мин⁻¹. Эта закономерность позволяет контролировать мощность работы спортсменов на дистанции (например, у пловцов, бегунов, лыжников с помощью кардиолидеров), 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 в дыхании, кровообращении, 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 к 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.

Глава 4. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЙ ОРГАНИЗМА ПРИ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В ходе систематической тренировки организм спортсмена испытывает 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 зависят скорость и эффективность врабатывания в начале работы, а также наличие или отсутствие мертвовой точки. Эти процессы определяют, в свою очередь, степень выраженности и длительность устойчивого состояния, а от него зависит скорость наступления и глубина развития утомления, 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 нагрузоч-

ной мышечной работы, и

- ◆ 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 с гор и т. 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 проявлении 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 возни-

кают 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 - адренокортикопропного 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 эвристическое мышление, подкрепляя "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 другими лицами, при повышенной мотивации. Способность к мобилизации функциональных резервов при повышенной мотивации в наибольшей мере присуща опытным квалифицированным спортсменам, в тоже 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, изменения сон и температуру тела, снимая тяжелые состояния при алкоголизме - абstinенции. 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 стартоное 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 ("меченные 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, оптимальное 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 в результате лихорадки и апатии могут преодолеваться, 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 условно-рефлекторному механизму предстартовых состояний подключаются безусловно-рефлекторные 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 утомления и вызывать появление температуры выше 38°C, 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 - врабатывания (от покоя к работе) и восстановления (от работы к покоя).

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

- ◆ переход организма на рабочий уровень и
- ◆ 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, с 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, pH 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 выделили 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 показатели - 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 моно-

тонно возрастать, например, температура тела, или снижаться, например, оксигенация крови).

- Согласование работы различных систем организма, которое сменяет их дискоординацию периода 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.

4.5. Особые состояния организма при ациклических, статических и упражнениях переменной мощности

Различные виды стандартных ациклических упражнений, а также ситуационных упражнений характеризуются переменной мощностью работы, т. е. отсутствием классических форм устойчивого 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 врабатывания и последующей стабилизации функций. Каждое предыдущее выполнение упражнения служит разминкой для последующего и вызывает врабатывание 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 си-

туации, но и переменной мощностью работы. Несмотря на постоянные изменения мощности, после прохождения врабатывания различные соматические и вегетативные показатели устанавливаются в пределах некоторого оптимального рабочего диапазона. Например, при игре в баскетбол ЧСС держится в пределах $130\text{--}180 \text{ уд.}\cdot\text{мин}^{-1}$. Хотя на уровень $180 \text{ уд.}\cdot\text{мин}^{-1}$ этот показатель поднимается лишь в отдельных эпизодах игры, зато он не снижается ниже $130 \text{ уд.}\cdot\text{мин}^{-1}$ 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 (Варганов Ю.В., 1972).

Глава 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; Ау-лик 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 сле-

дует 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 всяkim субъективным переживанием кроется физико-химическое событие в организме" (А. А. Ухтомский. 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 1, составленной И. А Саповым, А. С. Солодковым, В. С. Щеголевым и В. И. Кулешовым (1976, 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 тестиования 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 тестиования и их физиологическая характеристика (табл. 1).

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.

Таблица 1

Схема оценки работоспособности

Периоды работоспособности	Субъективное состояние	Клиническо-физиологические показатели	Психофизиологические показатели	Профессиональная работоспособность	Функционально-состояние организма	работо-способности по интегральному критерию
Врабатывание	улучшается	улучшается	улучшается	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%
Прогресс	Постоянное	Однонаправлен-	Однонаправлен-	Выражен-	Патологи-	Более

сirущее снижение работоспособности	ощущение усталости, не проходящее после дополнительного отдыха	ное ухудшение всех показателей, величины которых могут выходить за пределы физиологических колебаний. При функциональных пробах - значительное снижение показателей, а также появление атипичных реакций	ленное ухудшение всех показателей	ное снижение, появление грубых ошибок в работе	ческое состояние переутомления	19%
------------------------------------	--	--	-----------------------------------	--	--------------------------------	-----

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 слу-

чае 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 сердечнососудистой 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 широкое 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 PWC₁₇₀ производится по следующей формуле:

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

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 sistолического 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:

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

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 вы-

числяют по формуле:

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

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 2.

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.

Таблица 2.

Оценка физической работоспособности по индексу Гарвардского стептеста (по И. В. Аулик, 1979).

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

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.

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 PWC₁₇₀, и МПК примерно в равной степени характеризуют физическую работоспособность человека: коэффициент корре-

ляции 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 PWC₁₇₀ 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 PWC₁₇₀. 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 PWC₁₇₀ наблюдаются у спортсменов, тренирующих качество выносливости. Для борцов и боксеров В. Л. Карпман с соавторами (1988) предложил следующие формулы:

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

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

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

Р. А. Сванишвили (1984) пришел к заключению, что спортсмены скоростно-силовой группы (борцы, боксеры, гимнасты) отстают по показателям PWC_{170} и МПК даже от менее квалифицированных лыжников, гребцов, футболистов. По данным Б. В. Ендальцева и соавт. (1984), физическая работоспособность лыжников выше, чем бегунов как в обычных условиях, так и в "климатической" камере при температуре $+40^{\circ}\text{C}$, 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 телепульсометрии) 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 (Р. А. Сванишвили). Примерно по таким же соображениям Ю. Б. Ульянов и В. И. Филимонов (1983) считают общепринятый тест PWC_{170} недостаточно информативным для ряда видов спорта и предлагаю раздельное выполнение нагрузки как ногами, так и руками. Авторы приводят и соотношение физической работоспособности нижних и верхних конечностей, которое 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.

Общефизиологическое 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 (И. П. Павлов, Л. А. Орбели, П. К. Анохин). 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 3 (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 неодинаковой (табл. 3).

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 сердечно-сосудистой 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 кардиореспираторной 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 тоже, 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 (Степочкина Н. А., 1984; Коц Я. М., 1986; Панов В. Г., 1968) энергетическими резервами такой работы считают не только аэробные, но и анаэробные процессы, а также метаболизм жиров.

При работе умеренной мощности резервами служат пределы выносли-

вости 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.

Общие сведения о резервных возможностях различных звеньев системы транспорта кислорода представлены в таблице 4. Из таблицы 4 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 участившиеся 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 3.

Функциональные резервы при физической работе различной мощности.

Мощность работы				Авторы
Максимальная	Субмаксимальная	Большая	Умеренная	
Гликолиз, КрФ; резервы нервно-мышечной системы	Буферные системы, нейро-гуморальная регуляция функций по поддержанию гомеостаза	Резервы кардио-респираторной системы, глюкозы, аэро-бных процессов и гомеостаза	Резервы водно-солевого обмена, глюкозы; глюконеогенез, использование жиров	А.С. Мозжухин, 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;	Анаэробный обмен, по-	Усиление функции	Аэробный обмен,	Н.А.

запасы АТФ и КрФ	потребление кислорода	ций кардио-респираторной системы, аэробный обмен	ограниченные энерготраты	Фомин, 1984
Фосфагенная энергетическая система	Аэробно-анаэробный обмен, резервы кардио-респираторной системы	Аэробно-анаэробный обмен, запасы глюкозы и гликогена	Резервы глюкозы, гликогена; использование жиров; емкость окислительных систем	Я.М. Коц, 1986
Алактатный энергетический резерв	Лактатный энергетический резерв	Резервы аэробно-энаэробного обмена	Резервы окислительного фосфорилирования, использование жиров	В.М. Калинин, 1992

Таблица 4.

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, мл	4.5	40	8
Артериовенозная 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 5 показано, что сердечно-сосудистая система обладает мощным резервом перераспределения кровотока, и по его суммарной мощности на первом месте стоит скелетная мускулатура.

Таблица 5.

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	
Почки	1100	19	900	10	600	3	250	
Мозг	750	13	50	8	850	4	750	
Сердце	250	4	350	4	750	4	1000	
Скелетная мускулатура	1200	21	4500	47	12500	71	22000	
Кожа	500	9	1500	15	1900	12	600	
Другие органы	600	10	400	4	400	3	100	
Итого	5800	100	9500	100	17500	100	25000	

Среди всех органов и тканей мышцы занимают главное 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 ра-

ботоспособности 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 кадиореспираторной системы, включая дыхательный и сосудо-двигательный центры.

Все перечисленные 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.

Глава 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. Работоспособ-

ность 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 однонаправленное 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, человека 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 ещё 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 утомления привели к накоплению обширного экспериментального материала. На основе этих данных 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 называемые локально-гуморальные теории не полностью вскрывают механизмы утомления, так как в качестве

его основной причины рассматриваются 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 развитая 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 развити-

ем 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 к 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 оказывается 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 груда 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 компенсационные 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 неврозоподобных 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 профессиональной 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. Второй признак, который наиболее четко может быть установлен - это нарушение координации движений. Третий признак - значительное напряжение вегетативных функций при одновременном падении производительности труда, а затем и нарушение самого вегетативного компонента. При выраженных степенях утомления новые мало усвоенные двигательные навыки могут угаснуть полностью. При этом очень часто растворяются 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 выпол-

нения 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 креатинфосфата, 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 работе субмаксимальной мощности ведущими причинами утомления являются угнетение деятельности нервных центров и изменения внутренней среды организма. Причина этого - большой недостаток кислорода, вследствие которого развивается гипоксемия, 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 энер-

гии 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 концентрации 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, катехоламинов 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 не-

достаточности 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 работе 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 предутомлении 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 (Данько Ю.И., 1974). 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 возникают задолго до того времени, когда для спортсмена становится невозможным сохранять исходные величины этих показателей. Следовательно, такое рано возникающее изменение координации движений носит профилактический характер, направлено на предупреждение или задержку развития утомления и свидетельствует о совершенстве регуляции различных органов и систем.

Таким образом, развитие скрытого утомления обусловлено измене-

ниями 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 наруше-

нии 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 кратковременно за счет повышения биологической ценности 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 (И. А. Сапов, А. С. Солодков, В. С. Щеголев, 1986) количественная оценка работоспособности различных специалистов позволила установить, что снижение прямых и кос-

венных 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.

Глава 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 бы-

ла установлена тесная связь между процессами истощения и восстановления функциональных потенциалов в работающем органе. Показано также, чем больше энергетические затраты 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 относятся те восстановительные реакции, которые осуществляются уже в процессе самой мышечной работы (восстановление АТФ, креатинфосфата, переход гликогена в глюкозу и синтез 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 синтез АТФ осуществляется аэробным путем.

Восстановление в этих случаях протекает при оптимальном уровне окисильно-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 свойствен 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 проходит 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 биохимиче-

ских показателей организма, удаляются продукты обмена веществ, восстанавливаются 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 (работчем, 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 вос-

становление водно-солевого обмена, запасов глюкозы и гликогена, а также ферментов и гормонов. Однако, еще раз подчеркиваем, что в процессе трудовой и спортивной деятельности человека регуляция работы 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. трофотропное 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, выражющуюся 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 трофотрофном направлении. Ускорение этого перехода обусловлено снижением тонуса симпатического отдела и повышением тону-

са 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 биологические константы организма восстанавливаются на различных этапах последействия 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 восста-

новлению 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; повторные 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.

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 (Луговцев В. П., 1988).

5. Развитие и совершенствование долговременной адаптации во время тренировок к физическим нагрузкам проявляется на разных этапах спортивной деятельности (врабатывание, устойчивая работоспособность), а также и в период восстановления. Восстановительные процессы, происходящие в различных органах и системах, подвержены тренируемости. Другими слова-

ми, в ходе развития адаптированности 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 важном 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 мероприятия могут быть разделены на постоянные и периодические. Мероприятия первой группы проводятся с целью профилактики неблагоприятных функциональных изменений, сохранения и повышения неспецифической резистентности 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 состоя-

ний.

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 резистентности 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, пироцетам, 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 аппаратурное 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 $2\text{-}4 \text{ уд}\cdot\text{мин}^{-1}$, 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 $\text{уд}\cdot\text{мин}^{-1}$ 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.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Рекомендуемая литература

1. Солодков А. С. Физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам: Лекция /ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта. - Л., 1988. - 38 с.
2. Солодков А. С. О состоянии и перспективах развития физиологии спорта в СССР. /ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта. - Л., 1990. - 33 с.
3. Солодков А. С. Проблемы утомления и восстановления в спорте: Лекция / ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта. - СПб., 1992. - 34 с.
4. Солодков А. С. Физическая работоспособность спортсмена: Лекция / СПбГАФК им. П. Ф. Лесгафта. - СПб., 1995. - 43 с.
5. Солодков А. С. Физиология спорта: содержание, история, перспективы: Лекция / СПбГАФК им. П. Ф. Лесгафта. - СПб., 1996. - 46 с.
6. Сологуб Е. Б. Корковая регуляция движений человека, - Л.: Медицина, 1981. - 183 с.
7. Сологуб Е. Б. Физиологические основы спортивной тренировки женщин: Лекция /ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта, 1987. - 22 с.
8. Сологуб Е. Б. Простые методики для массовых обследований и самоконтроля функциональной подготовленности и работоспособности: Методическое пособие /СПбГАФК им. П. Ф. Лесгафта. - СПб., 1995.-15 с.
9. Спортивная физиология: Учебник для ИФК / Под ред. Я. М. Коца. - М.:ФиС.-1986.-240с.
- 10.Физиология человека: Учебник для ИФК. Изд. 5-е. / Под ред. Н. В. Зимкина. - М., ФиС. - 1975. - 496 с.
- 11.Физиологические основы массовых форм физической культуры: Метод, указания / Под ред. Е. Б. Сологуб. - Л.: ГДОИФК им. П. Ф. Лес-гафта.- 1986.-62с.
- 12.Физиологические основы спортивной тренировки: Метод, указания / Под ред. Е. Б. Сологуб. - Л., 1986. - 60 с.
- 13.Фомин Н. А. Физиология человека: Учебн. пособие для студ. фак. физич. культ, пед. ин-тов. Изд. 2-е. - М.: Просвещение. -1992. - 352 с.

Оглавление

Предисловие	3
Глава 1. Физиология спорта - учебная и научная дисциплина.....	5
1.1. Физиология спорта, ее содержание и задачи	5
1.2. Кафедра физиологии СПбСПБГАФК им. П. Ф. Лесгафта и ее роль в становлении и развитии физиологии спорта	8
1.3. Состояние и перспективы развития физиологии спорта.....	13
Глава 2. Адаптация к физическим нагрузкам и резервные возможности организма	18
2.1. Динамика функций организма при адаптации нее стадии.....	19
2.2. Физиологические особенности адаптации к физическим нагрузкам	24
2.3. Срочная и долговременная адаптация к физическим нагрузкам	26
2.4. Функциональная система адаптации.....	30
2.5. Понятие о физиологических резервах организма, их характеристика и классификация.....	33
Глава 3. Функциональные изменения в организме при физических нагрузках	75
3.1. Изменения функций различных органов и систем организма	37
3.2. Функциональные сдвиги при нагрузках постоянной мощности.....	40
3.3. Функциональные сдвиги при нагрузках переменной мощности	41
3.4. Прикладное значение функциональных изменений для оценки работоспособности спортсменов	42
Глава 4. Физиологическая характеристика состояний организма при спортивной деятельности.....	44
4.1. Роль эмоций при спортивной деятельности	44
4.2. Предстартовые состояния	47

4.3. Разминка и врабатывание	50
4.4. Устойчивое состояние при циклических упражнениях	53
4.5. Особые состояния организма при ациклических, статических и упражнениях переменной мощности.....	54
Глава 5. Физическая работоспособность спортсмена	56
5.1.Понятие о физической работоспособности и методические подходы к ее определению.....	56
5.2. Принципы и методы тестирования физической работоспособности.....	59
5.3. Связь физической работоспособности с направленностью тренировочного процесса в спорте.....	65
5.4. Резервы физической работоспособности.....	67
Глава 6. Физиологические основы утомления спортсменов	73
6.1. Определение и физиологические механизмы развития утомления	73
6.2. Факторы утомления и состояние функций организма.....	77
6.3. Особенности утомления при различных видах физических нагрузок.....	80
6.4. Предутомление, хроническое утомление и переутомление	83
Глава 7. Физиологическая характеристика восстановительных процессов	87
7.1. Общая характеристика процессов восстановления.....	87
7.2. Физиологические механизмы восстановительных процессов	90
7.3. Физиологические закономерности восстановительных процессов	92
7.4. Физиологические мероприятия повышения эффективности восстановления	95
Вопросы для закрепления материала.....	99
Рекомендуемая литература.....	100
Оглавление	101