

Л. Г. Баранов

# ТЕСТИРОВАНИЕ В СПОРТИВНЫХ ЕДИНОБОРСТВАХ



Могилёв  
МГУ имени А. А. Кулешова  
2015

*Электронный аналог печатного издания:*

Л. Г. Баранов

Тестирование в спортивных единоборствах  
Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2015. – 80 с. : ил.

ISBN 978-985-568-036-0

В издании рассматриваются вопросы функционального тестирования спортсменов-единоборцев в целях определения их готовности к выполнению значительных спортивных нагрузок.

Работа адресуется студентам и преподавателям факультетов физического воспитания, а также тренерам ДЮСШ, руководителям кружков и различных курсов по единоборствам, работникам спортивной медицины, всем интересующимся спортом.

УДК 796.8(075.8)  
ББК 75.15в6

Баранов, Л. Г. Тестирование в спортивных единоборствах [Электронный ресурс] : учебно-методические материалы / Л. Г. Баранов. – Электрон. данные. – Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2015. – Загл. с экрана.

212022, г. Могилев  
ул. Космонавтов, 1  
тел.: 8-0222-28-31-51  
e-mail: alexpzn@mail.ru  
<http://www.msu.mogilev.by>

© Баранов Л. Г., 2015  
© МГУ имени А. А. Кулешова, 2015  
© МГУ имени А. А. Кулешова,  
электронный аналог, 2015

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время единоборства являются одним из популярнейших видов спорта. В спортшколах работают секции и отделения по различным видам единоборств, соответственно, проводятся многочисленные соревнования, в процессе подготовки к которым организм спортсменов подвергается значительным, зачастую околопредельным нагрузкам. В связи с этим мы видим необходимость прогнозировать последствия тренировочных и соревновательных нагрузок, которые несут не только физический, но и психологический характер.

В нашей работе мы попытались рассмотреть разнообразные виды тестирования спортсменов для того, чтобы читатели получили представления о многообразии типов и методов тестирования и имели понятие о том, каким образом эти методы можно использовать. Недостаточно просто взять любой тест и получить данные, необходимо четко знать, какие задачи в подготовке спортсмена вы хотите решить с их помощью, иначе это будет просто бессмысленный сбор ненужной вам информации.

В предлагаемом издании мы стремились осветить некоторые аспекты данного процесса. Прежде всего, была затронута тема функционального тестирования, как основа всей дальнейшей работы со спортсменом. Данные исследования, как правило, должны осуществлять высококвалифицированные специалисты: спортивные врачи, ученые, тренеры высокой квалификации. Однако и каждый спортсмен должен понимать, какую работу с ним проводят, иметь представление о простейших методах функционального контроля (пульсометрия, тест Штанге и т.д.), а также уметь их проводить. Важность этого аспекта связана с тем, что максимальные нагрузки уже на этапах начальной, базовой, специализированной подготовки без применения рациональной системы контроля за функционированием организма спортсмена приводят к истощению адаптационных резервов, к травмам опорно-двигательного аппарата, к другим многочисленным патологиям. Все это существенно влияет на снижение спортивных результатов и здоровье спортсмена.

Следующим не менее важным объектом исследования является психодиагностика спортсмена – психодиагностические материалы могут оказать большую помощь педагогу в его учебной и воспитательной работе, организации тренировочных занятий и обеспечении индивидуального подхода в воспитании.

В процессе обучения информация о развитии у наблюдаемого спортсмена памяти, мышления, внимания позволяет определить оптимальные пути его умственного развития, обеспечить лучшее усвоение учебного материала. В спортивной тренировке знание индивидуальных особенностей спортсмена – это путь предупреждения перетренированности, путь для достижения высоких результатов.

Наличие сведений о типологических чертах обучаемого помогает выбрать для него индивидуальный стиль деятельности. С другой стороны, учет, например, относительной слабости основных нервных процессов у воспитуемого дает основание воспитателю оптимизировать свои воздействия, не злоупотреблять

жесткими мерами, также это может лишь ухудшить дело и вызвать состояние общей заторможенности на основе охранительного торможения.

Психодиагностическая информация также может явиться средством обратной связи, характеризующим эффект воспитания и обучения, позволяющим внести своевременные коррективы.

Важнейшим компонентом в подготовке спортсмена-единоборца является его общая и специальная физическая подготовка. Естественно, в нашей работе мы не могли не затронуть этой проблемы, ведь общеизвестно, что физическая подготовка является базисом, на котором строится вся подготовка спортсмена.

Целью нашей работы является ознакомление тренеров, студентов, занимающихся различными стилями единоборств, а также всех заинтересованных лиц с многообразием методов исследования факторов, обеспечивающих высокие результаты, достижения в единоборствах вне стилевых особенностей. В связи с тем, что существует большое количество спортивных единоборств со своими требованиями к функциональным, психологическим и физическим компонентам в деятельности спортсмена, автор предлагает общие рекомендации, способные помочь самому широкому кругу заинтересованных лиц.

В процессе написания данного издания использован довольно широкий круг литературы по теме, список которой указан в библиографии.

# Г Л А В А 1

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

Главенствующее место в функциональной спортивной диагностике занимают пробы, среди которых особое место отведено нагрузочным тестам. Результаты медицинских исследований рассматриваются комплексно со всеми дополнительными медико-педагогическими критериями, спортивно-техническими характеристиками, психологическим статусом и т.д. Доступность и достоверность функционального тестирования является главной задачей врача спортивной медицины.

Благодаря научно-техническому прогрессу становятся доступными высокотехнологичные средства обеспечения тренировочного процесса. Сегодня перед врачом спортивной медицины стоит задача рационального выбора стратегии медицинского наблюдения за спортсменом, поэтому есть потребность в разработке и апробации доступных и достоверных методик исследования. По результатам исследования выносится заключение о функциональной готовности спортсмена к выполнению спортивных нагрузок.

### 1.1. Особенности аппарата кровообращения у спортсменов

Основной задачей спортивной кардиологии является исследование «спортивного аппарата кровообращения», по результатам которого корректируется учебно-тренировочный процесс, а при необходимости назначается соответствующая фармакологическая поддержка. Рациональное использование физических нагрузок формирует соответствующие изменения в морфологии и функции сердечно-сосудистой системы. Высокое функциональное состояние спортсмена достигается в результате длительных и регулярных тренировок в процессе адаптации организма спортсмена к специфическим факторам внешней и внутренней среды. Согласно Ф.З. Меерсон, «адаптация индивида – это процесс, позволяющий организму приобретать отсутствующую ранее устойчивость к определенному фактору внешней среды и получить возможность жить в условиях, считавшихся ранее неразрешимыми».

Важными задачами современной спортивной адаптологии является определение понятия «физиологического спортивного сердца», изучение закономерностей адаптации в различных видах спорта и этапах подготовки спортсмена. Понятие адаптации тесно связано с понятием стресса. В основе механизмов адаптации лежат закономерности формирования функциональных систем – «динамических структур и процессов организма, которые

вовлекаются независимо от их анатомической, тканевой и физиологической определенности... с целью получения конечного приспособительного результата, характерного для данной физиологической системы». Реакции адаптации делятся на срочные и долговременные, врожденные и приобретенные, генетические и фенотипические, и протекают в 4 стадии – аварийной, срочной, долговременной адаптации и износа. Сложность и многообразие индивидуальных проявлений адаптации в современном динамически развивающемся спорте высших достижений усложняют оценку функционального состояния спортсмена.

### *Морфофункциональные особенности ССС у спортсменов*

Регулярные физические нагрузки приводят к целому ряду изменений со стороны сердечно-сосудистой системы, которая считается одной из лимитирующих физическую работоспособность человека систем. Эти изменения расцениваются как проявление экономизации деятельности сердца вследствие преобладания нейротрофических влияний со стороны вегетативной нервной системы, что является основным принципом организации аппарата кровообращения у спортсменов. В современной литературе чаще всего рассматриваются следующие проявления экономизации работы ССС спортсменов в покое:

**Брадикардия**, как следствие нейрогуморальной дисрегуляции за счет преобладания тонуса парасимпатической нервной системы, чаще обнаруживается у спортсменов на выносливость – ЧСС может составлять 31-37 уд./мин. Однако причиной брадикардии могут стать переутомление, ОХИ, дисфункция синусового узла, АВ-блокады. Высокой степени корреляции между степенью тренированности и брадикардией не выявлено.

**Артериальная гипотензия** возникает вследствие относительного преобладания В-адренергической стимуляции резистивных сосудов над А-адренергической стимуляцией, что приводит к снижению периферического сопротивления (Бутченко Л.А., 1980), увеличения гидравлической проводимости сосудов большого круга кровообращения (Saltin B., 1983). Снижение скорости кровотока в покое создает хорошие условия для максимального извлечения кислорода из крови. Кроме того, увеличивается способность мышц утилизировать кислород.

**Гипертрофия миокарда.** Впервые увеличение массы миокарда описано еще в прошлом веке. В.Л. Карпманом (1978) была обнаружена тесная корреляция между уровнем физической работоспособности и размером сердца до определенных пределов. Эхокардиографические исследования выявили у спортсменов ассиметричную гипертрофию МЖП до 13 мм при толщине ЗСЛЖ 10 мм, что, вероятно, связано с увеличением постнагрузки

вследствие чрезмерного увеличения АД при ФН. Причем у спортсменов на выносливость морфологические изменения выражены более отчетливо (Лыткина Ю.М., 1983). Гипертрофию кардиомиоцитов делят на D- (увеличение размеров за счет утолщения клетки и увеличения миофиламентов) и L-гипертрофию (за счет удлинения и увеличения числа и размеров энергических структур клетки). Следует отметить, что на начальных этапах спортивной карьеры отмечается утолщение стенок сердца, а затем постепенная дилатация полостей.

**Дилатация камер сердца** делится на изотоническую (при нагрузках объемом) и изометрическую (при нагрузках сопротивлением). Гиперфункция изотонического типа намного выгоднее с энергетической точки зрения, чем изометрическая. Размеры сердца у спортсменов в покое коррелируют с УО макс. при выполнении ФН до определенного объема работы. У хорошо тренированных спортсменов происходит увеличение КДО за счет ДРО, что обеспечивает повышение УО. Причем прирост МОК у спортсменов происходит за счет УО, а у нетренированных лиц – за счет ЧСС. Повышенная растяжимость миокарда увеличивается за счет расслабляющего действия норадреналина, высокой адренореактивности миокарда. Вместе с тем величина УО в покое у спортсменов и не спортсменов практически одинакова и не связана с уровнем тренированности, а колебания УО весьма индивидуальны, а при ФН УО у спортсменов может быть на 41,2% выше, чем у не спортсменов, что определяется высокими релаксационными возможностями миокарда в диастолу.

**Повышенная капилляризация** является главным фактором, обеспечивающим полноценное усвоение кислорода тканями. Пшенниковой М.Г. (1986) подтвержден факт увеличения пропускной способности коронарного русла и его емкости в результате адаптации к ФН. Действительно, «громкие преимущества, которыми обладает адаптированное сердце нельзя объяснить простым изменением массы миокарда» (Меерсон Ф.З., 1986). Вышеуказанные проявления «структурного следа адаптации» могут рассматриваться не только как «шаг к развитию патологического состояния», но и «как начало патологического процесса» (Земцовский Э.В., 1995).

**Артериальное давление у спортсменов** АД-контроль в спорте высших достижений является основным методом экспресс-диагностики. Рациональная курация спортсменов с ПАГ считается достаточно трудной задачей. Bianchi G. (1998), Muir D. (1999) утверждают, что различие по показателям физического развития наименее выражено среди спортсменов с большим спортивным стажем, а средние значения ЧСС находятся в пределах 57-64 уд./мин.



Максимальная производительность адаптированного спортивного сердца при выполнении предельных нагрузок — второй главный принцип организации спортивного аппарата кровообращения — достигается целым рядом факторов.

1. Увеличением ММЛЖ с ростом КДО; причем они не выходят за пределы возрастных популяционных норм. Нормальное соотношение этих признаков находится в пределах 1, и увеличение ММЛЖ более 170-180 г является критерием патологической гипертрофии миокарда.

2. Более выраженными гемодинамическими сдвигами по сравнению с нетренированными – увеличением ЧСС, УО.

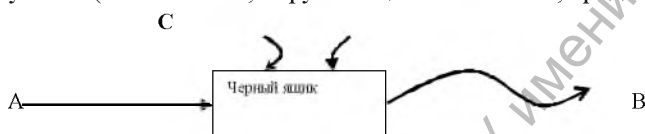
Выделены 3 пути мобилизации УО на ФН в вертикальном положении – оптимальный (быстрый рост УО от исходного до максимального), постепенный (медленное нарастание УО в процессе выполнения ФН), скачкообразный (временное увеличение УО сменяется постепенным его снижением).

Причинами нарушения адаптации аппарата кровообращения к ФН могут стать ряд причин. Однако все они ведут к развитию патологического спортивного сердца. Несоответствие функциональных возможностей и нагрузочных запросов приводит к развитию перенапряжения ССС. В его морфологической основе лежат накопление катехоламинов в миокарде, гиперкальциемия, повреждение лизосомальных мембран с последующим протеолизом. Под влиянием протеолиза и свободных радикалов происходит разрушение ДНК и гибель клеток. Разрушение миофибрилл клеток миокарда приводит к нарушению их сократимости, растяжимости, снижению устойчивости к гипоксии, формированию микронекротов и нарушению электрической гомогенности миокарда (Земцовский Э.В., 1995). Увеличение ММЛЖ, уменьшение соотношения КДО/ММЛЖ, нарушения расслабления ЛЖ, асимметрия наполнения ЛЖ и ПЖ, «гнездность» развития патологического процесса, аритмогенная дилатация предсердий, формирование гиперкинетического ТК являются признаками формирования патологического спортивного сердца (Бондарев С.А., 1984, Сперилакис Н., 1990, Кушаковский М.С., 1992). Выявлена высокая связь между суточными колебаниями АД и концентрацией магния в сыворотке, а доминирующую роль в развитии ПАГ играют реологические свойства крови (Рабинович Ж.Г., 2000). Шмелевой М.А. (1998) установлено, что гиперреактивность АД на психофизическую нагрузку является маркером предгипертензивного состояния, а на уровень АД в покое у спортсменов играют бытовые условия.



## 1.2. Особенности функциональной диагностики в спорте

В базовом понятии функционального тестирования применяется концепция «черного ящика», согласно которой совокупность функциональных систем организма представляет собой некий блок, реагирующий на входное (А) воздействие изменением функциональных показателей (В). Изменение физиологических показателей носит отличный от входного воздействия характер — если входной импульс носит прямоугольную форму, то реакция на него, как правило, синусоидальной аperiodической природы. На общую реактивность «черного ящика» влияют внешние факторы — шумы С (заболевания, окружающая обстановка, среда и т.д.).



Тесты в спортивной медицине классифицируются как нагрузочные (НП), с уменьшением венозного возврата крови к сердцу, фармакологические и другие. В диагностике ССС нагрузочное тестирование занимает огромное место. Оно выполняется как в естественных условиях, так и в лабораторных. Доминирующую позицию в спортивной медицине занимают нагрузочные тесты — максимальные и субмаксимальные, большая часть которых основана на принципе Sjostrand T. (1947) — линейной зависимости между ЧСС и мощностью выполненной работы — велоэргометрический PWC170, Nowacki P.E. (1978), проба Летунова (1957), Гарвардский степ-тест, одномоментные пробы (Руфье, Мартинэ). Выбор пробы для диагностики функционального состояния спортсмена, проведение теста и последующая интерпретация результатов представляют особую задачу для врача. Как правило, на практике используются 2 типа нагрузок — субмаксимальные, ступенчато повышающие нагрузки и максимальные, нагрузки до отказа. Некоторые авторы (Шкеля В.А., 1989) считают, что у спортсменов высокого класса ступенчато повышающие тесты не отражают динамики роста спортивного мастерства, а МПК, ЧСС пано, La max, ЧСС макс. У этой группы спортсменов зависят от приспособляемости спортсмена к данному типу тестирующих нагрузок. В значительном большинстве исследований при проведении нагрузочных тестов оцениваются гемодинамические сдвиги (по АД, ЧСС) с указанием типа реакции ССС на ФН, режe ЭКГ-реакция на ФН, рассчитываются основные показатели функциональной готовности — МПК, PWC 170.

Проба Руфье, на сегодняшний день, является наиболее часто применяемой нагрузкой при массовых исследованиях. Достоверность данной ФН является весьма дискуссионной. Так, Кофман Р.М. (1996) считает, что проба при оценке ЦГД и вегетотонуса на КИГ дает возможность раннего выявления ДМФП. Голубчиков А.М. (1989) считает, что результаты КИГ-исследований зависят от развития качества выносливости, а поэтому нецелесообразно использовать данную пробу в спорте высших достижений. Сравнительная характеристика достоверности нагрузочных проб (НП) проведена Александянцем Г.Д. (2000). По его мнению, результаты пробы Руфье (индекс Руфье, качество реакции, двойное произведение) не имеют корреляций со спортивным результатом у легкоатлетов-подростков, а оптимальной для диагностики состояния спортсмена является ВЭП, а также оценка реакции «пульс-скорость» при 3-4 минутном беге. Кленчицос Т.И. (2002) выявлена умеренная корреляция между индексом Руфье и значением МПК у спортсменов ( $r = -0,400$  и  $r = 0,620$  у мужчин и женщин соответственно).

Валидность критериев оценки НП долгие годы дискутируется в печати. Так, Кириллов А.А. (1985) отмечает низкую информативность значений МПК, ЧСС макс. и т.д. в соревновательный период у футболистов, а работоспособность спортсмена-игровика в значительной мере зависит от аналитической функции ЦНС.

Более того, неравномерность физического развития влияет на оценку показателей ВЭП. Так, наибольший регресс МПК и PWC170 отмечается у мужчин в возрасте 21-22 года, а максимальный прогресс – в 17–18, 20–21 лет. Между МПК и весом у футболистов коэффициент корреляции составляет 0,750 (Wilsoeff U., 1999). Средние значения МПК у футболистов составляют 60-65 мл/кг/мин. (Wilsoeff U., 1999, Ertat A., 1998, Heller J., 1993).

В большинстве случаев критериями неадекватной переносимости ФН служат НПР, нарушения ритма и проводимости. Пробы с изменением газового состава воздуха и фармакологические применяются для уточнения диагноза или для коррекции УТП. Выбор пробы проводится в зависимости от специализации и квалификации спортсмена.

#### **Лабораторный контроль уровня функциональной готовности**

В спортивной практике с диагностической целью обычно используются те же характеристики состава крови, что и в общей клинике. В литературе хорошо известны миогенный лейкоцитоз (Расулев А.Г., 1969), тромбоцитоз (Маркосян А.А., 1966), ускорение свертываемости крови (Жуковская Е.С., 1965); их причинами являются перераспределение крови (Кассирский И.А., 1962), нервно-рефлекторные влияния в результате

повреждения метаболитами ЦНС (Гольдберг Д.И., 1962), эмоциональной напряженности (Ландоренко Л.Т., 1962). Высокая степень между свертываемостью крови и функциональной готовностью нет, хотя тенденция к ее повышению устойчива (Гандельсман А.Г., 1969). Чем моложе спортсмен, тем более заметны гематологические сдвиги. При длительных ФН отмечается увеличение сегментов, моноцитов, уменьшение лимфоцитов, эозинофилов (Расулаев А.Т., 1969). Горшковым Т.Н. (1960) отмечено омоложение эритронов у спортсменов на выносливость. Гаркави Л.А. (1990) предложил типирование реакций системы лейкоцитов на спортивный стресс.

В начале 80-х отдельно выделена спортивная биохимия. С диагностической целью использовалось большое количество показателей, однако в последнее время наиболее широко применяются некоторые из них. КФК расщепляет креатинфосфат с образованием креатина и АТФ, ее повышение до 150 наблюдается практически у всех спортсменов в течение суток после ФН. ЛДГ катализирует восстановление ПВК в лактат, ее повышение отмечается при острых нагрузочных реакциях. Между базальным уровнем КФК и ЛДГ и работоспособностью существует сильная связь.

Содержание лактата свидетельствует о пороге аэробного обмена, МПК; данный показатель активно используется при расчете метаболической составляющей работоспособности. Его значения в пределах 4-7 ммоль/мл определяют ЧСС оптимальной работоспособности. Однако в футбольной медицине достоверность динамики лактата невысока, т.к. основными нагрузками в футболе являются переменные ациклические воздействия в рваном темпе. (Hubner-Wozniak E., 1994). Рекомендуемыми являются значения таких специфических аэробных биохимических показателей, как ЛДГ, цитрат-синтаза КоА-дегидрогеназа (Bangsbo J., 1993). Низкие тощачковые значения уровня глюкозы свидетельствуют о высокой функциональной готовности. Содержание калия, основного внутриклеточного микроэлемента, свидетельствует о степени поврежденности клеток при ФН.

Таким образом, на сегодняшний день в современной научной литературе достаточно хорошо описано влияние спортивных нагрузок на организм человека. Изучены особенности адаптации сердечно-сосудистой системы к психофизическим нагрузкам, механизмы формирования спортивного сердца, патологические изменения, возникающие у спортсменов при нерациональных занятиях спортом. В связи с развитием диагностической техники появились новые методики тестирования физической работоспособности спортсмена. Исследованы корреляционные взаимоотношения между многими клиническими критериями функционального состояния.

**Комплексность медико-биологических исследований** является одним из важнейших принципов диагностики функционального состояния в спортивной медицине. Очень важно подобрать такую группу тестов, которые при минимальных затратах времени и ресурсов могли бы дать максимум информации.

Нами была разработана программа **комплексного тестирования** состояния ССС у спортсменов на базе модифицированной велоэргометрической пробы, разработана и апробирована система биоуправления тренировкой «Вектор», которая является аналогом известной финской системы «Полар». С помощью разработанной программы и аппаратного обеспечения проводились наблюдения за спортсменами различных видов спорта и квалификации. По результатам проведенных исследований планировалось оформить выводы, на основании которых модернизировать классификации типов реакции ССС на ФН и перенапряжения ССС у спортсменов.

В основе разработанной программы комплексного тестирования ССС у спортсменов лежит принцип комплексности исследования функциональных систем организма. Программа состоит из ряда блоков:

1. Оценка **субъективного статуса** осуществлялась по 10-бальной системе (продолжительность и качество ночного сна (ч.), качество засыпания вечером и пробуждения утром, нервозность, спортивная форма, аппетит), фиксировались жалобы спортсмена. Избыточные психофизические перегрузки вне тренировок (учеба, быт, личная жизнь) провоцируют развитие патологических процессов. Самооценка функционального состояния совместно с получаемыми данными объективного исследования дают возможность правильно оценить состояние спортсмена, выявить патогенетические механизмы развития патологических и предпатологических состояний. Такая корректировка объективных данных весьма важна при оценке явления диссимуляции у спортсменов.

2. **Лабораторный контроль** (определению основных прямых циркуляторных показателей, КФК, лактата, ЛДГ, мочевины и др.).

3. **Антропометрические** исследования (рост, вес, окружность грудной клетки, ЖЕЛ с расчетом индексов –  $ВМІ = \text{вес (кг)} / (\text{рост (м)})^2$ ,  $ІК$  (индекс Кетле) =  $\text{вес (г)} / \text{рост (см)}$  и  $ІГ$  (индекс гармоничности) =  $\text{ЖЕЛ (мл)} / \text{динамометрию (дин)} - 0,5 \text{ веса (кг)}$ ).

4. Анализ стандартной **ЭКГ** в классической варианте в 12-ти отведениях и по Небу (отведения D, A, I) с анализом количественных (интервалы RR, PQ, QT) и качественных характеристик (водитель ритма, соотношение R/T, динамика сегмента S/T, сумма R/T) в покое, при ФН и в восстановительный период. Наличие патологических изменений, особенностей

ЭКГ у спортсменов оценивается до и после физической нагрузки. Тест Люшера в компьютерном варианте позволяет оценить степень психологической устойчивости, и проводился с целью изучения достоверности его количественных критериев. Психофизическое состояние спортсмена является достаточно чувствительной составляющей общей работоспособности. В последнее время большое количество компьютерных версий тестов представлено на медицинском рынке. В наиболее часто используемой версии теста Люшера автоматически рассчитывался ряд показателей, однако наиболее достоверным является ПВТ – показатель вегетативного тонуса. Достаточно высокая взаимосвязь ПВТ с рядом КИГ-показателей подтверждает высокую степень достоверности данного критерия диагностики. Другие количественные характеристики психофункционального статуса теста Люшера оказались недостоверны.

5. Определение биохимических показателей до начала тестирования, на 1, 3 и 8 минутах оцениваются показатели уровней лактата, глюкозы, ЛДГ, АсАТ, КФК, калия в периферической крови.

6. Обследованным лицам предлагалась велоэргометрическая проба, разработанная Engstrom (1993) в модификации автора (2000). Выполняется четырехступенчатая повышающаяся нагрузка на велоэргометрах. В покое, во время нагрузки в конце каждого этапа и в восстановительный период – в конце 1, 3 и 8 минут – снималась ЭКГ по Небу по 20-30 кардиоинтервалов. В это же время проводился забор периферической капиллярной крови из пальца пациента.

**Нагрузочное тестирование проводилось по следующей методике:**

1. 2–4-минутная разминочная нагрузка мощностью 1 Вт/кг (ФН 0).
2. Три ступенчато повышающихся нагрузки (ФН1-3) длительностью по 3 минуты и мощностью 1,5-2-2,3-3 (3,2) Вт/кг соответственно.
3. Частота педалирования – 60-80 оборотов в минуту.
4. ЧСС, АД, забор крови осуществляются в конце каждой минуты за 15–20 сек.
5. После последней нагрузки 30–60 сек. – восстановительное педалирование со снижающейся нагрузкой.
6. Рассчитывается максимальная аэробная производительность (МАП) и МПК.

$$\text{МАП (Вт)} = N_3 + ((\text{ЧСС}_{\text{макс.}} - \text{ЧСС}_3) \cdot \frac{N_3 - (N_1 + N_{2/2})}{\text{ЧСС}_3 - (\text{ЧСС}_1 + \text{ЧСС}_{2/2})},$$

где  $N_{1,2,3}$  – мощность нагрузки в Ваттах,  $\text{ЧСС}_{1,2,3}$  – пульс в конце каждой нагрузки,  $\text{ЧСС}_{\text{макс.}} = 220 - \text{возраст}$ .

$$\text{МПК (мл/кг/мин)} = \text{МАП} \cdot 12,48 + 217 / \text{вес (кг)}.$$

7. Запись и анализ кардиоинтервалограммы проводится с помощью прибора «Вектор 2-3» или «Polar» со статистической обработкой (поэтапно и в среднем). Основными критериями «цены адаптации» при проведении КИГ-исследования являются **ЧСС среднее, максимальное, минимальное, М** (математическое ожидание, мс), **Мо** (мода, мс) – наиболее часто встречаемое значение RR, **АМо** (амплитуда моды) – частота определения Мо, **индекс напряжения (ИН)** по Баевскому =  $A_{Mo}/2 \cdot Mo \cdot dX$ , **сигма** (стандартное отклонение RR, мс), **коэффициенты вариации (КВ), асимметрии (КА), эксцесса (КЭ)**, представляющие собой нормирование по разной частоте сигмы, **dX** (вариационный размах, мс).

8. Результаты **ультразвукового** исследования до и после нагрузки (на 10-й минуте) с оценкой сократительной функции сердца. Критериями адаптации к ФН являются такие показатели, как диаметр аорты (**Ао**), конечные диастол/систолические размеры и объемы (см) (**КДР, КСР и КСО, КДО**), рассчитанные по формуле Teicholz (1976), толщина межжелудочковой перегородки (**ТМЖП**) и задней стенки левого желудочка (**ТЗСЛЖ**), ударный объем (**УО**) и фракция выброса (**ФВ**). Учитывалась также степень пролабирования митрального клапана во 2-й стандартной позиции датчика.

9. Динамика основных гемодинамических показателей (**ЧСС, АД**) в покое, поэтапно в пробе, в восстановительный период определяют для типирования реакции ССС на ФН.

Для количественной оценки гемодинамики предложен универсальный экспресс-индекс – общий гемодинамический показатель **ОГП = АД ср. + ЧСС (ед.)**. Учет исходного гемодинамического состояния в покое для последующей интерпретации исходного состояния и постнагрузочных изменений очень важен в прогнозировании спортивной деятельности. Исходя из ранее проведенных исследований, отличными результатами считаются значения ОГП в положении сидя до 135 единиц, хорошими 135-145 ед., удовлетворительными 145-155 ед., неудовлетворительными – более 155 ед. У высококвалифицированных спортсменов, особенно «на выносливость», эти значения несколько ниже. Преимущество данного индекса над достаточно распространенным «двойным произведением» в том, что он является многофакторным (т.е. учитывают изменения АД мин., макс., пул. и ЧСС), а суммирование составляющих уравнивает значимость каждого из них, и прежде всего, ЧСС. Более того, согласно исследованиям А.А. Бова, Замотаева И.П. (1998), двойное произведение не дает достаточно полного представления о состоянии коронарного резерва, и требует учета динамики ЧСС и АД при нагрузке. На значение ДП серьезно влияет эмоциональный фактор; оценка значений ДП проводится только при проведении



субмаксимальных тестов (как правило, PWC 170) с умеренными объемами ФН, которые редко используются в спортивно-медицинской практике наблюдения за высококвалифицированными спортсменами, что ограничивает применение индекса Робинсона в спортивной медицине. Поэтому, разрабатывая ОГП в различных условиях спортивной деятельности, нами акцентировано внимание на использование ОГП не столько при проведении функциональных проб, сколько для регулярного ежедневного экспресс-контроля спортсменов в командных видах спорта.

### 1.3. Оценка типов реакций ССС на физическую нагрузку

На основании полученных данных, аналитического материала научной литературы была модифицирована классификация типов реакции ССС на ФН. В основе стандартизации типов реакций положены следующие критерии:

1. **Сопряженность** изменений ЧСС и АД пульсового.
2. **Адекватность** изменений ЧСС, АД пульсового, АД среднего, ОГП объему ФН.
3. **Абсолютные** значение ЧСС и АД.
4. **Время восстановления** ЧСС и АД.
5. **Внешние признаки утомления**, субъективные жалобы.
6. **Специфичность** предъявляемой нагрузки.

*Классификация типов реакции ССС на ФН:*

1. Нормотонический тип:
  - а) гиперреактивный вариант.
2. Гипертонический тип:
  - а) с повышением АД диастолического,
  - б) без повышения АД диастолического,
  - в) ступенчатый.
3. Гипотонический.
4. Дистонический:
  - а) феномен бесконечного тона.

Нормотонический тип реакции характеризуется сочетанным и адекватным объему ФН повышением ЧСС и АД пульсового. Разность приростов ЧСС и АД пульсового может достигать 10-30%. АД мин в зависимости от специфичности ФН либо не изменяется либо снижается на 10-30 мм рт. ст. АД макс. не достигает значений выше 170 мм рт. ст. АД ср. колеблется в пределах  $\pm 10$  мм рт. ст. Время восстановления не превышает 60 сек. при одномоментных пробах и 3-3,5 минут при велоэргометрической пробе (ВЭП) и других. Может отмечаться гиперемия кожных покровов при ВЭП.



Гиперреактивный вариант предполагает значительный прирост ЧСС на 1 минуту, но к концу 1 минуты восстановления соотношение ЧСС и АД пульсового нормализуется. Прирост ЧСС может превышать прирост АД пульсового до 50%. Подобный вариант чаще встречается у подростков с высокой психоэмоциональной лабильностью нервной системы (синдром белого халата и др.), после неполноценного отдыха.

**Гипертонический тип** предполагает значительный прирост АД пульсового более чем на 60%, прирост АД среднего более 10 мм рт. ст. и составляет 102 мм рт. ст. и более; АД макс. достигает значений выше 170 мм. рт. ст. Любое повышение АД мин. после одномоментной пробы расценивается как гипертонический тип. Восстановление АД макс. 4–5 минут (при ВЭП), причем снижение ЧСС происходит на 1–2 минуты ранее. Выделяют варианты с повышением и без повышения АД мин. Во втором варианте прирост АД среднего составляет 15–30 мм. рт. ст. и расценивается как крайне неблагоприятный. ПНИ – более 38–40. Увеличение МОК неадекватно объему ФН. В данном случае можно говорить об относительно компенсированной как систолической, так и диастолической перегрузках левого желудочка. Оба варианта встречаются при перенапряжении ССС по дисциркуляторному типу, ожирении, нарушениях режима, у бывших спортсменов, не поддерживающих спортивную форму. В случае повышения АД макс. на 1–3 минутах восстановления определяется ступенчатый вариант, который чаще встречается при грубых нарушениях режима, у плохоподготовленных лиц. Субъективно отмечаются одышка, гипергидроз, гиперемия. Техника заметно страдает при выполнении длительных нагрузок. Данный тип встречается достаточно часто.

Кратковременное повышение АД мин. после неспецифической ФН может наблюдаться у гимнастов, тяжелоатлетов, других спортсменов, выполняющих физические нагрузки с натуживанием. При быстром восстановлении АД тип реакции следует считать нормотоническим.

**Гипотонический тип** определяется при незначительных колебаниях АД и выраженном приросте ЧСС (более чем в 2 раза выше прироста АД пульсового). Эти изменения носят неадекватный ФН характер. АД ср. практически не изменяется. Время восстановления ЧСС 5–15 минут. Обычно ЧСС несколько снизившись ко 2 минуте, длительное время не восстанавливается. Субъективно отмечается вялость, низкая мотивация выполнения нагрузок, одышка, головная боль. В целом гипотонический тип реакции ССС встречается редко, в основном, у девушек в околomenструальном периоде.

**Дистонический тип** реакции характеризуется неустойчивой тенденцией изменений АД без связи с ЧСС. Чаще ЧСС снижается на 2 минуте

на 20-30%, продолжая очень медленно восстанавливаться. Значение АД колеблются 3–4 минуты восстановительного периода, после чего отмечается тенденция к снижению. Чем больше время неустойчивого колебания АД, тем неблагоприятнее прогноз. Время восстановления – более 5 минут.

Вариантом данного типа является феномен бесконечного тона (ФБТ), при котором минимальное АД не определяется, что связано с техническими издержками метода Короткова. В механизмах такого явления преобладает несоответствие сердечного выброса и периферического тонуса сосудов. АД макс. достигает 160-190 мм. рт. ст. Нередко абсолютные значения ЧСС и АД макс. совпадают, особенно при ВЭП. Субъективные симптомы разнообразны, но могут быть асимптоматичные случаи.

Такой тип нередко встречается у спортсменов с неблагоприятным неврологическим анамнезом (черепно-мозговые травмы, невриты др.) при выраженной дилатации левого желудочка, ВСН по смешанному типу. Неклассифицированные варианты требуют дополнительного внимания.

### Определение типа реакции ССС на ФН

Тун/ показатель	нормотонический	гипертонический			гипотонический	дистонический	
		с повышением АД мин.	без повышения АД мин.	ступенчатый		дистонический	ФБТ
АД макс.	повышается до 160-180 мм рт. ст.	более 170 мм рт. ст.		повышается после ФН	прирост 0-20 мм рт. ст.	неустойчивые колебания ЧСС и АД как во время нагрузки, так и в восстановительный период	более 160 мм рт. ст.
АД мин.	снижается на 5-15 мм рт. ст.	прирост более 5 мм рт. ст.	не изменяется	повышается	± 5 мм рт. ст.		не определяется
АД пул.	увеличивается на 20-50 мм рт. ст.	прирост более чем на 60%			± 0-20 мм рт. ст.		
АД ср.*	не изменяется или ± 5 мм рт. ст.	прирост более 15 мм рт. ст.	прирост более 10 мм рт. ст.	прирост более 15 мм рт. ст.	практически без изменений		
ЧСС	прирост ЧСС выше прироста АД пул. на 10-30%	значительно увеличивается при длительных ФН, соотношение приростов ЧСС/АД пул. менее 1			прирост ЧСС в 1,5 раза более прирост АД пул.		
ПНИ**	до 35-38	более 47	более 40	более 45	30-45 (за счет повышения ЧСС)	восстановительный период	
Время восстановления	1-3 мин.	замедленно, 3-7 мин.			ЧСС более 5-7 мин., АД 2-4 мин.	более 5 мин.	
Внешние признаки утомления	умеренная гиперемия	гипергидроз, одышка, выраженная гиперемия, нарушение техники выполнения			вялость, снижение мотивации, головная боль	астено-вегетативные жалобы либо полное их отсутствие	
Контингент	подготовленные спортсмены	грубые нарушения режима, ожирение, ВСН		не спортсмены, пожилые	околоменструальный период, ВСН	неблагоприятный неврологический анамнез, ВСН	

**Комментарии:** данная таблица представляет собой лишь *схему* определения типа реакции. Абсолютными значениями следует пользоваться *только* с учетом типа и объема нагрузки. Ответные реакции ССС после одномоментных проб должны быть «мягче», чем после ВЭП.

\* АД среднее = АД мин. + 0,33АД пул.

\*\* Постнагрузочный индекс (ПНИ) = прирост АД ср. + 0,4 прироста ЧСС

#### **1.4. Основные функциональные пробы с физическими нагрузками**

Нередко обследование человека в условиях мышечного покоя бывает достаточно для выявления заболеваний и перенапряжения, определения противопоказаний к занятиям. Однако при оценке функционального состояния пациента такие обследования в большинстве случаев следует рассматривать лишь как фоновые, ибо главный критерий для обоснованных рекомендаций по двигательному режиму и выявления его эффекта – это способность организма наиболее результативно и быстро адаптироваться к повышенным требованиям. Характер реакции на физическую нагрузку нередко служит единственным и наиболее ранним проявлением нарушений функционального состояния и заболеваний. Толерантность к нагрузке служит основным критерием дозирования физических нагрузок в системе подготовки и реабилитации. Что касается квалифицированных спортсменов, достигших высокого уровня тренированности, то дальнейшие изменения проявляются в первую очередь – именно в характере реакции на физическую нагрузку.

Все это обуславливает особое значение функциональных проб в комплексной методике врачебного обследования физкультурников, спортсменов и лиц, занимающихся физической культурой.

Функциональная проба – это нагрузка, задаваемая обследуемому для определения функционального состояния и возможностей какого-либо органа, системы или организма в целом. Используется преимущественно при спортивно-медицинских исследованиях. Нередко термин «функциональная проба с физической нагрузкой» заменяется термином «тестирование». Однако хотя «проба» и «тест» – это, по существу, синонимы, все же «тест» – термин в большей степени педагогический и психологический, ибо подразумевает определение работоспособности, уровня развития физических качеств, особенностей личности. Физическая работоспособность тесно связана с путями ее обеспечения, т.е. с реакцией организма на данную работу, но для педагога в процессе тестирования ее определение

не обязательно. Для врача же реакция организма на данную работу – показатель функционального состояния. Даже высокие показатели работоспособности при чрезмерном напряжении адаптации не позволяют высоко оценить функциональное состояние обследуемого.

### **Классификация функциональных проб**

В практике спортивной медицины используются различные функциональные пробы – с переменной положения тела в пространстве, задержкой дыхания на вдохе и выдохе, натуживанием, изменением барометрических условий, пищевыми и фармакологическими нагрузками и др. Но в данном разделе мы коснемся лишь основных проб с физическими нагрузками, обязательных при обследовании занимающихся физическими упражнениями. Эти пробы часто называют пробами сердечно-сосудистой системы, поскольку главным образом используются методы исследования кровообращения и дыхания, но это не совсем правильно, эти пробы следует рассматривать шире, поскольку они отражают функциональное состояние всего организма.

Классифицировать их можно по разным признакам: по структуре движения, по мощности работы, по кратности, темпу, сочетанию нагрузок, по соответствию нагрузки направленности двигательной деятельности обследуемого – специфические и неспецифические, по используемой аппаратуре, по возможности определять функциональные сдвиги во время нагрузки или только в восстановительном периоде и т.п.

Идеальная проба характеризуется: 1) соответствием заданной работы привычному характеру двигательной деятельности обследуемого и тем, что не требуется освоения специальных навыков; 2) достаточной нагрузкой, вызывающей преимущественно общее, а не локальное утомление, возможностью количественного учета выполненной работы, регистрации «рабочих» и «послерабочих» сдвигов; 3) возможностью применения в динамике без большой затраты времени и большого количества персонала; 4) отсутствием негативного отношения и отрицательных эмоций обследуемого; 5) отсутствием риска и болезненных ощущений.

Для сравнения результатов исследования в динамике важны: 1) стабильность и воспроизводимость; 2) объективность; 3) информативность.

Преимущество имеют пробы с достаточной нагрузкой и количественной характеристикой выполненной работы, возможностью фиксации «рабочих» и «послерабочих» сдвигов, позволяющие охарактеризовать аэробную и анаэробную производительность.

Противопоказанием к тестированию является любое острое, подострое заболевание либо обострение хронического, повышение температуры тела, тяжелое общее состояние.

С целью увеличения точности исследования, уменьшения доли субъективизма в оценках, возможности использования проб при массовых обследованиях важно применять современную вычислительную технику с автоматическим анализом результатов.

Для того чтобы результаты были сравнимы при динамическом наблюдении, необходимы одинаковые характер и модель нагрузки, одинаковые условия внешней среды, времени суток, режима дня, предварительный отдых не менее 30 минут, исключение дополнительных воздействий на обследуемого. Перечисленные условия полностью относятся и к обследованию в условиях относительного мышечного покоя.

Оценить реакцию испытуемого на нагрузку можно по показателям, отражающим состояние различных физиологических систем. Обязательным является определение вегетативных показателей, поскольку изменение функционального состояния организма больше отражается на менее устойчивом звене моторного акта – вегетативном его обеспечении. Как показали наши специальные исследования, вегетативные показатели при физических нагрузках менее дифференцированы в зависимости от направленности двигательной деятельности и уровня мастерства и больше обусловлены функциональным состоянием к моменту обследования. В первую очередь это относится к сердечнососудистой системе, деятельность которой теснейшим образом связана со всеми функциональными звеньями организма, во многом определяя его жизнедеятельность и механизмы адаптации, и поэтому в значительной степени отражает функциональное состояние организма в целом. Видимо, в связи с этим методы исследования кровообращения в клинике и спортивной медицине разработаны наиболее подробно и широко используются при любом обследовании занимающихся. При пробах с субмаксимальными и максимальными нагрузками на основании данных о газообмене и биохимических показателях оцениваются также обмен, аэробная и анаэробная работоспособность.

При выборе метода исследования определенное значение имеет направленность двигательной деятельности занимающегося и его преимущественное влияние на то или иное функциональное звено организма. Например, при тренировке, характеризующейся преимущественным проявлением выносливости, кроме исследования сердечно-сосудистой системы, обязательно определение показателей, отражающих функцию дыхания, кислородный обмен и состояние внутренней среды организма, при сложнотехнических и координационных видах спорта – состояние центральной нервной системы и анализаторов, при скоростно-силовых видах, а также в процессе реабилитации после травм и заболеваний опорно-

двигательного аппарата, после заболеваний сердца – показателей кровоснабжения и сократительной способности миокарда и т.д.

Определение до и после нагрузки частоты и ритма сердечных сокращений, артериального давления, снятие ЭКГ обязательны во всех случаях. Получившую в последнее время широкое распространение оценку реакции на нагрузку только по пульсовой ее стоимости нельзя признать достаточной, поскольку одна и та же ЧСС может отражать разное функциональное состояние обследуемого, например хорошее при сопряженных и неблагоприятное при разнонаправленных изменениях ЧСС и артериального давления. Одновременно с подсчетом пульса измерение артериального давления позволяет судить о взаимосвязи разных компонентов реакции, т.е. о регуляции кровообращения, а электрокардиография – о состоянии миокарда, в наибольшей степени страдающего при чрезмерной нагрузке.

Улучшение функционального состояния проявляется экономизацией реакции при стандартных нагрузках умеренной интенсивности: кислородный запрос удовлетворяется при меньшем напряжении обеспечивающих систем, главным образом кровообращения и дыхания. При предельных, выполняемых до отказа нагрузках более тренированный организм способен к большей мобилизации функций, что и обуславливает способность выполнить эту нагрузку, т.е. более высокую работоспособность. При этом сдвиги в дыхании, кровообращении, внутренней среде организма могут быть весьма значительными.

Однако способность к максимальной мобилизации функций тренированного организма, установленная еще В.С. Фарфелем в 1949 г., благодаря совершенной регуляции используется рационально – лишь тогда, когда предъявленные требования действительно являются максимальными. Во всех остальных случаях действует основной защитный механизм саморегуляции – тенденция к меньшему отклонению от физиологического равновесия при более целесообразной взаимосвязи сдвигов. С улучшением функционального состояния развивается способность к правильному функционированию в широком диапазоне временного изменения гомеостаза: между экономизацией и максимальной мобилизационной готовностью существует диалектическое единство.

Таким образом, при оценке реакции на физическую нагрузку решающим фактором должна быть не величина сдвигов, а их соотношение и соответствие выполненной работе. Совершенствование условно-рефлекторных связей, установление согласованной работы органов и систем, усиление взаимосвязей между разными звеньями функциональной системы при физических нагрузках – важный критерий оценки реакций.



Функциональный резерв организма тем выше, чем меньше при нагрузке степень напряжения регуляторных механизмов, чем выше экономичность и стабильность функционирования эффекторных органов и физиологических систем организма при определенных действиях и чем выше уровень функционирования при экстремальных воздействиях.

П.Е. Гуминер и Р.Е. Мотылянека различают три варианта регулирования: 1) относительную стабильность функций в большом диапазоне мощности, что отражает хорошее функциональное состояние, высокий уровень функциональных возможностей организма; 2) снижение показателей при повышении мощности работы, что указывает на ухудшение качества регулирования; 3) повышение сдвигов при увеличении мощности, что свидетельствует о мобилизации резервов в затрудненных условиях.

Важнейший и почти абсолютный показатель при оценке адаптации к нагрузке и тренированности – быстрота восстановления.

Даже очень большие сдвиги при быстром восстановлении не могут оцениваться отрицательно.

Применяемые при врачебном обследовании функциональные пробы можно условно разделить на простые и сложные. К простым относятся пробы, выполнение которых не требует специальных приспособлений и большой затраты времени, поэтому применение их доступно в любых условиях. Сложные пробы выполняются с помощью специальных приспособлений и аппаратов.

### **Простые пробы**

Они делятся на одно-, двухмоментные и комбинированные. Первые характеризуются однократной нагрузкой – 20 приседаний, бег на месте в темпе 180 шагов/мин в течение 2 и 3 минуты. При двух- и трехмоментных пробах нагрузка выполняется повторно с небольшими интервалами. При этом нагрузки могут быть одинаковыми или различными, как при пробе Серкина и Иониной, пробе Пашона – Мартине, пробе Шатохина и соавт.

Невозможность точного учета выполненной работы и сравнительно небольшая нагрузка ограничивают использование этих проб во врачебно-спортивной практике, главным образом при массовых исследованиях, но при соблюдении строго одинаковых условий и они могут дать определенную информацию.

При хорошем функциональном состоянии обследуемого ЧСС после 20 приседаний увеличивается не более чем до 78-110 уд/мин, систолическое артериальное давление – до 120-140 мм рт. ст. при снижении диастолического на 5-10 мм, восстановление до исходных величин происходит за 2–5 минуты, при 3-минутном беге на месте ЧСС увеличивается на 50-70%



по сравнению с исходным уровнем, систолическое артериальное давление увеличивается на 15-40 мм рт. ст., а диастолическое уменьшается на 5-20 мм рт. ст., восстановительный период продолжается 3-4 минут. У слаботренированных лиц сдвиги более значительны, восстановление затягивается.

### ***Комбинированная проба Летунова***

Из числа относительно простых проб наибольшее распространение во врачебно-спортивной практике получила комбинированная проба Летунова, при которой обследуемый последовательно выполняет три нагрузки: 20 приседаний, бег на месте максимально возможной интенсивности в течение 15 с и бег в темпе 180 шагов/мин в течение 3 минут.

Объединение в пробе нагрузок неодинаковой направленности позволяет охарактеризовать адаптацию организма к различным видам работы, что весьма важно для контроля за развитием физических качеств в ходе тренировки. Бег разной интенсивности привычен для любого занимающегося и не требует специального освоения навыка. Нагрузка сравнительно невелика: потребление кислорода даже после самой большой нагрузки увеличивается по сравнению с таковым в покое всего в 8-10 раз, ЧСС – до 130-150 в минуту, систолическое артериальное давление – до 160-180 мм рт. ст., диастолическое снижается до 50-60 мм рт. ст. Пробу можно ставить при различной подготовленности обследуемого. Вместе с тем изменения реакции и быстроты восстановления в связи с динамикой функционального состояния в процессе тренировки или оздоровительных занятий достаточно отчетливы.

Оценка реакции на пробу проводится не только по количественным показателям на основании соотношения сдвигов ЧСС и артериального давления и быстроты восстановления. С этой целью С.П. Летунов предложил различать типы реакций.

### **Типы реакций сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку**

Значение типов реакции подтверждено с помощью современных методов исследования. Основной недостаток пробы можно в некоторой степени компенсировать характеристикой качества выполнения нагрузки.

Проба особенно ценна при динамических наблюдениях. Появление атипичных реакций у занимающегося, имевшего ранее нормотоническую реакцию, или замедление восстановления указывает на ухудшение функционального состояния. Повышение тренированности проявляется дальнейшим улучшением качества реакции и ускорением восстановления.

Установленные еще в 1951 г. С.П. Летуновым и Р.Е. Мотылянской применительно к комбинированной функциональной пробе типы реакции могут использоваться при любой физической нагрузке, поскольку дают дополнительные критерии для оценки реакции.

Нормотоническая реакция свидетельствует о правильной адаптации к нагрузкам, отражая хорошее функциональное состояние обследуемого. С повышением тренированности реакция экономизируется, восстановление ускоряется.

Атипичные реакции отражают менее эффективную адаптацию к нагрузкам, что бывает чаще всего при недочетах функционального состояния.

Гипертоническая реакция – значительное повышение максимального артериального давления при тенденции к повышению минимального и значительном учащении пульса. Повышаются все показатели артериального давления, тонус сосудов, периферическое сопротивление. Такая реакция чаще встречается в среднем и пожилом возрасте, в начальных стадиях гипертонической болезни, иногда при физическом перенапряжении.

Гипотоническая реакция – незначительное повышение максимального артериального давления при значительном учащении пульса и замедленном восстановлении – характерна для состояния переутомления и астенизации вследствие перенесенного заболевания или других причин.

Дистоническая реакция – резкое снижение диастолического давления, вплоть до прослушивания так называемого бесконечного тона, при значительном повышении систолического артериального давления и учащении сердечных сокращений. Поскольку в первые секунды после нагрузки максимальной интенсивности бесконечный тон прослушивается очень часто, что зависит от нормальных гемодинамических влияний, диагностическое значение такой реакции можно придавать лишь в тех случаях, когда бесконечный тон держится не менее 1–2 минут либо появляется после нагрузок умеренной мощности. Р.Е. Мотыльская установила связь этого феномена с гиперкинетическим типом кровообращения, одним из причинных механизмов которого может быть и физическое перенапряжение. Дистоническая реакция может наблюдаться также после заболеваний, в отягощенных условиях среды, при нейроциркулярной дистонии. Как один из физиологических вариантов приспособления такая реакция иногда встречается у подростков.

«Ступенчатая реакция». В восстановительном периоде после нагрузки максимальное артериальное давление продолжает повышаться, достигая наибольшего значения на 2-3-й минуте, что обусловлено нарушением регуляции кровообращения и определяется преимущественно после скоростной части пробы, требующей наиболее быстрого включения регуляторных механизмов. Появление такой реакции в процессе тренировки чаще всего указывает на переутомление или недовосстановление, но может наблюдаться и при других состояниях, связанных со снижением

функции кровообращения вследствие неспособности к быстрому перераспределению крови при физических нагрузках.

Стойкая реакция спортсмена, как правило, отражает индивидуальные особенности адаптации к нагрузкам скоростного характера, что нередко соответствует недостаточно высоким спортивным результатам при скоростных упражнениях.

Однако поскольку вторичный подъем систолического давления в первые секунды после нагрузки наблюдается нередко и исчезает тем быстрее, чем выше уровень подготовленности, диагностическое значение такая реакция имеет тогда, когда ступенька не менее 10-15 мм рт. ст. определяется через 40–60 с. после нагрузки.

Наиболее важную роль в диагностике играет комбинированная реакция – одновременное наличие признаков различных атипичных реакций при замедленном восстановлении, что четко отражает плохое функциональное состояние и нарушение тренированности.

Значение типов реакции подтверждено с помощью современных методов исследования. Основной недостаток пробы можно в некоторой степени компенсировать характеристикой качества выполнения нагрузки.

Проба особенно ценна при динамических наблюдениях. Появление атипичных реакций у занимающегося, имевшего ранее нормотоническую реакцию, или замедление восстановления указывает на ухудшение функционального состояния. Повышение тренированности проявляется дальнейшим улучшением качества реакции и ускорением восстановления.

Установленные еще в 1951 г. С.П. Летуновым и Р.Е. Мотылянской применительно к комбинированной функциональной пробе типы реакции могут использоваться при любой физической нагрузке, поскольку дают дополнительные критерии для оценки реакции.

Из проб, позволяющих точно учитывать и количественно оценивать выполненную работу, в практике спортивной медицины и лечебной физкультуры используются преимущественно восхождение на ступеньку, велоэргометрические пробы и пробы на беговой дорожке. Модели нагрузок могут быть разными.

### ***Определение физической работоспособности***

Существуют прямые и косвенные, простые и сложные методы определения работоспособности.

#### **Простые и косвенные методы**

Функциональная проба Руфье и ее модификация – проба Руфье-Диксона, в которых используют частоту сердечных сокращений в различные по времени периоды восстановления после относительно небольших нагрузок.

## Проба Руфье

У испытуемого, находящегося в положении лежа на спине, в течение 5 минут определяют ЧСС за 15 с; затем в течение 45 с испытуемый выполняет 30 глубоких приседаний. После окончания нагрузки испытуемый ложится, и у него вновь подсчитывают ЧСС за первые 15 с, а потом за последние 15 с первой минуты периода восстановления.

Оценку работоспособности сердца производят по формуле:

Индекс Руфье-Диксона =  $4 - 200/10$ ;

R – число сердечных сокращений.

Результаты – по величине индекса от 0 до 15. Меньше 3 – высокая работоспособность; 4-6 – хорошая; 7-9 – удовлетворительная; 15 и выше – плохая.

Есть и другой способ выполнения пробы Руфье. У испытуемого стоя измеряют ЧСС за 15 с, затем он выполняет 30 глубоких приседаний. После окончания нагрузки сразу подсчитывается ЧСС за первые 15 с; а потом – за последние 15 с.

Оценка:

Индекс Руфье =  $+ / 10$ .

От 0 до 2,8 – расценивается как хороший, средний – от 3 до 6; удовлетворительный – от 6 до 8 и плохой – выше 8.

**Гарвардский степ-тест.** Этот тест можно считать промежуточным между простыми и сложными. Его достоинство заключается в методической простоте и доступности. Физическую нагрузку задают в виде восхождения на ступеньку. В классическом виде выполняется 30 восхождений в минуту. Темп движений задается метрономом, частота которого устанавливается на 120 уд/мин. Подъем и спуск состоит из четырех движений, каждому из которых соответствует один удар метронома: 1 – испытуемый ставит на ступеньку одну ногу, 2 – другую ногу, 3 – опускает на пол одну ногу, 4 – опускает на пол другую. В момент постановки обеих ног на ступеньку колени должны быть максимально выпрямлены, а туловище находиться в строго вертикальном положении.

Время восхождения – 5 минут при высоте ступени: для мужчин – 50 см и для женщин – 43 см. Для детей и подростков время нагрузки уменьшают до 4 минут, высоту ступеньки – до 30–50 см. В тех случаях, когда испытуемый не в состоянии выполнить работу в течение заданного времени, фиксируется то время, в течение которого она совершалась.

Регистрация ЧСС после выполнения нагрузки осуществляется в положении сидя в течение первых 30 с на 2, 3 и 4-й минутах восстановления.

Функциональную готовность оценивают с помощью индекса Гарвардского степ-теста по формуле:

$ИГСТ = t \times 100 / x^2$ , где  $t$  – время восхождения, с;  $f_1, f_2, f_3$ , – сумма пульса, подсчитываемого в течение первых 30 с на 2, 3 и 4-й минутах восстановления.

Наилучшие показатели имеют обычно тренирующиеся с преимущественным проявлением выносливости. По данным И.В. Аулика, средняя величина ИГСТ у бегунов на длинные дистанции равна 111, у велосипедистов – 106, у лыжников – 100, боксеров – 94, пловцов – 90, спринтеров – 86 и тяжелоатлетов – 81, для высококвалифицированных тренированных спортсменов возможны более высокие величины – до 127-153.

Диагностическая ценность теста повышается, если, помимо ЧСС, в 1-ю и 2-ю минуты восстановительного периода определять и артериальное давление, что позволяет, помимо количественной, дать и качественную характеристику реакции.

Имеется немало модификаций теста. Мощность нагрузки можно регулировать за счет частоты шагов и высоты ступеньки. Предлагается также объединять в тесте нагрузки различной мощности.

Проба Руфье и Гарвардский степ-тест позволяют характеризовать способность организма к работе на выносливость и выразить ее количественно в виде индекса. Этим облегчаются любые последующие сопоставления, вычисления достоверности различий, корреляционных связей и пр.

Однако Flandrvis, изучая корреляцию между аэробной способностью и показателями этих проб, обнаружил низкие коэффициенты корреляции – 0,55, поэтому эти пробы менее точны, чем с использованием субмаксимальных нагрузок с регистрацией сердечного ритма во время работы.

В основе тестов с определением ЧСС в процессе физической нагрузки лежит тот факт, что при выполнении одинаковой по мощности работы у тренированных лиц пульс учащается в меньшей степени, чем у нетренированных.

Путем изучения ЧСС, газообмена и других функций была создана концепция, согласно которой отличительной чертой человека, имеющего высокую РВС, является экономизация физиологических процессов при физической работе.

### **Сложные методы определения физической работоспособности**

Велоэргометр – прибор, основой которого является велостанок. Задаваемая нагрузка дозируется с помощью частоты педалирования и сопротивления вращению педалей. Мощность выполненной работы выражается в килограммометрах в минуту или в ватах.

Тредбан – бегущая дорожка с регулируемой скоростью движения. Нагрузка зависит от скорости движения дорожки и угла ее наклона по отношению к горизонтальной плоскости, выражается в метрах в секунду.

Использование велоэргометра и трет-бана имеет преимущества и недостатки.

Имеются и другие приборы для тестирования.

На любом приборе можно моделировать нагрузки различного характера и мощности: непрерывные и прерывистые, однократные и повторные, равномерные, возрастающей или перемежающейся мощности. В спортивно-медицинской практике используются пробы с субмаксимальными и максимальными нагрузками.

Многие авторы считают, что истинные функциональные возможности спортсменов можно выявить только на уровне критических сдвигов, т.е. предельных нагрузок, позволяющих судить о функциональных резервах и функционально слабых звеньях.

Другие авторы указывают на некоторую опасность таких проб, особенно для лиц со скрытыми заболеваниями и недостаточно подготовленных, и о недопустимости проведения этой процедуры без врача.

#### **Физиологические основы мышечной работы**

При выполнении физической нагрузки увеличивается расход энергии и возрастает потребление кислорода. При выполнении работы ступенчато возрастающей мощности уровень потребления кислорода постепенно нарастает вместе с увеличением сердечного выброса и артериовенозной разницы по кислороду. Линейная зависимость между  $VO_2$ , сердечным выбросом и артериовенозной разницы при выполнении работы динамического характера сохраняется лишь до определенного предела, после которого  $VO_2$  стабилизируется и дальше не нарастает, несмотря на дальнейшее увеличение нагрузки.

Этот устойчивый уровень  $VO_2$  характеризует максимальное потребление кислорода, которое определяется как наибольшее количество кислорода, потребляемое за 1 минуту. МПК является мерой аэробной мощности кардиореспираторной системы и выражается в мл кислорода на кг массы тела за 1 минуту. Приведение этого показателя к единице массы тела необходимо для сопоставления его величины у лиц с различными ростомассовыми характеристиками. Величина МПК варьирует в широких пределах и зависит от состояния центрального кровотока, способности мышц утилизировать кислород. На величину МПК влияют также возраст, пол, размеры тела, генетические факторы, уровень физической активности. У нетренированных мужчин 30-летнего возраста МПК в среднем равен 3200 мл/



мин, у спортсменов экстракласса он может достигать 600 мл/мин и более. У 20-летнего мужчины величина МПК, отнесенная к 1 кг массы тела, равна в среднем  $45 + 5$  мл, у тренированных лиц того же возраста достигает 60 мл/, у олимпийцев приближается к 80 мл/. Величина МПК тесно коррелирует с результатами определения физической работоспособности по тесту PWC-170. Корреляция между этими показателями носит линейный характер в зоне обычных для спортсменов величин PWC-170 – 1100-1800 кгм/мин, что подтверждает высокую информативность МПК при оценке аэробной производительности аппарата кровообращения и физического состояния организма в целом.

Помимо расчета МПК для характеристики функциональной способности сердечно-сосудистой системы к выполнению работы в аэробном режиме широко используется расчет числа метаболических единиц. Для вычисления этого показателя делят величину поглощенного кислорода во время физической нагрузки на количество кислорода, используемое испытуемым в условиях обмена покоя. Таким образом, удается определить, во сколько раз МПК превосходит основной уровень потребления кислорода. При отсутствии возможности исследовать уровень  $VCh$  в условиях обмена покоя обычно обходятся расчетом ориентировочного числа МЕ, принимая уровень  $VCh$  в покое за 3,5 мл/кг массы тела, т.е. 1 МЕ условно приравнивается к 3,5 мл  $O_2$  на 1 кг массы тела. У здоровых нетренированных лиц число МЕ обычно составляет 10-12, у спортсменов может превышать 15-16.

### **Статические и динамические нагрузки**

Рассматривая механизмы срочной адаптации сердца к физическим нагрузкам, следует подчеркнуть, что адаптация к двигательной деятельности рассматривается как реакция целостного организма, в процессе которого на основе запроса исполнительных органов, в данном случае опорно-двигательного аппарата, происходит мобилизация функции аппаратов кровообращения и внешнего дыхания, обеспечивающая поглощение и транспорт кислорода к другим системам, в первую очередь к тем, которые выполняют интенсивную работу.

Первоначально реакции адаптации на физическую нагрузку базируются на филогенетически сформированных готовых механизмах срочной адаптации к гиперфункции. Набор таких механизмов ограничен и предопределен характером гиперфункции. Коренное отличие адаптационных реакций сердца на физические нагрузки от компенсаторной гиперфункции при пороках состоит в периодическом характере физических нагрузок, перемежающихся с достаточно длительными и регулируемые периодами физиологического покоя. При компенсаторной гиперфункции, вызванной



пороком сердца или другим патологическим состоянием сердца, гиперфункция постоянна.

Именно периодичность физических нагрузок позволяет постепенно достичь существенного увеличения мощности системы кровообращения без развития патологических изменений. Вместе с тем, занятия современным спортом высоких достижений сопровождаются предельным ростом объема и интенсивности тренировочных нагрузок. При неправильном построении тренировочного процесса спортивная тренировка в известной мере может приближаться к компенсаторной гиперфункции сердца, во всяком случае опасность развития нарушения адаптации при таких нагрузках существенно возрастает.

При изучении срочных адаптационных реакций аппарата кровообращения в ответ на физические нагрузки необходимо учитывать характер выполняемых упражнений. В физиологии движений различают два типа мышечных сокращений – динамические, или изотонические, и статические, или изометрические.

Динамические упражнения характеризуются изменением длины мышц при неизменяющемся или мало изменяющемся их напряжении. Статические напряжения, напротив, сопровождаются изменением напряжения мышц без изменений или при малом изменении их длины. Выполнение физических упражнений в чистом динамическом или чистом статическом режиме в спортивной и трудовой деятельности практически не встречается, и, как правило, упражнения выполняются в смещенном, преимущественно динамическом и статическом режимах. Динамические нагрузки преобладают при тренировке выносливости и быстроты, статические – при тренировке силы.

В путях адаптации аппарата кровообращения к повторяющимся нагрузкам того или иного характера имеются существенные различия. Если иметь в виду выполнение упражнений динамического или статического характера с вовлечением в работу больших групп мышц, то различия гемодинамического ответа обнаруживаются при однократных нагрузках, т.е. на стадии срочных адаптационных реакций.

Величина ударного объема возрастает линейно лишь до 1/3 от МПК, далее прирост величины УО незначителен. Однако МОК растет линейно до достижения уровня МПК в основном за счет роста ЧСС.

Определение предельно допустимой ЧСС, в зависимости от возраста, можно рассчитать по формуле R.Marshall & J.Shepherd:

$$\text{ЧСС}_{\text{макс}} = 220 - T.$$

Скорость нарастания величины УО существенно выше скорости роста ЧСС. В результате УО приближается к своему максимальному значению

при  $\dot{V}O_2$ , равному примерно 40% от МПК и ЧСС около ПО уд/мин. Рост УО во время выполнения физической нагрузки обеспечивается благодаря взаимодействию ряда вышеописанных регуляторных механизмов. Так, при увеличении нагрузки под влиянием возрастающего венозного возврата, наполнение желудочков сердца увеличивается, что в сочетании с ростом растяжимости миокарда приводит к увеличению конечно-диастолического объема. Это, в свою очередь, означает возможность увеличения УО крови за счет мобилизации базального резервного объема желудочков. Увеличение сократительной способности сердечной мышцы сопряжено также с ростом ЧСС. Другим механизмом мобилизации базального резервного объема является нейрогуморальный механизм, регулирующийся через воздействие на миокард катехоламинов.

Реализация перечисленных механизмов срочной адаптации происходит через систему внутриклеточной регуляции процессов, протекающих в миокардиоцитах, к которым относятся их возбуждение, сопряжение возбуждения и сокращения, расслабление миокардиальных клеток, а также их энергетическое и структурное обеспечение. Само собой разумеется, что в процессе срочных адаптационных реакций на физические нагрузки происходит интенсификация всех перечисленных выше процессов жизнедеятельности миокардиальных клеток, во многом определяется характером нагрузки.

Учитывая особенности гемодинамического ответа на динамическую нагрузку, полагают, что среди кардиальных механизмов увеличение УО ведущую роль играет увеличение скорости расслабления миокарда и связанное с ней совершенствование транспорта  $Ca^{2+}$ . При выполнении физических нагрузок динамического характера в ответ на изменение сердечного выброса и сосудистого тонуса отмечается подъем артериального давления. Прямое измерение артериального давления с помощью катетеров, введенных в плечевую и бедренную артерии молодых здоровых людей, занимающихся различными видами спорта, показало, что при нагрузках в 150-200 Вт систолическое давление повышалось до 170-200 мм рт. ст., в то время как диастолическое и среднее давление изменялись весьма незначительно.

При этом закономерно падает периферическое сопротивление, снижение его является одним из самых важных экстракардиальных механизмов срочной адаптации к динамическим нагрузкам.

Другим таким механизмом является увеличение использования кислорода из единицы объема крови. Доказательством включения этого механизма является изменение артериовенозной разницы по кислороду при нагрузке. Так, по расчетам В.В. Васильевой и Н.А. Степочкиной, в состоя-

нии покоя венозная кровь уносит за 1 минуту примерно 720 мл неиспользованного кислорода, в то время как на высоте максимальной физической нагрузки в оттекающей от мышц венозной крови кислорода практически не содержится.

При динамических нагрузках наряду с повышением сердечного выброса увеличивается сосудистый тонус. Последний характеризуется скоростью распространения пульсовой волны, которая, по данным многих исследователей, при физических нагрузках существенно повышается в сосудах эластического и мышечного типа.

Наряду с этими общими сосудистыми реакциями в ответ на такую нагрузку может существенно изменяться региональный кровоток, как показала В.В. Васильева, происходит перераспределение крови между работающими и неработающими органами.

Небольшое увеличение МОК, наблюдающееся при статических нагрузках, достигается не увеличением УО, а ростом ЧСС. В отличие от реакции аппарата кровообращения на динамическую нагрузку, при которой отмечается увеличение АДс при сохранении исходного уровня, при статической АДс повышается незначительно, а АДд – существенно. При этом периферическое сопротивление сосудов не снижается, как это имеет место при динамических нагрузках, а остается практически неизменным. Таким образом, наиболее существенным отличием в реакции аппарата кровообращения на статические нагрузки является выраженный подъем АДд, т.е. увеличение постнагрузки. Это, как известно, существенно повышает напряжение миокарда и, в свою очередь, определяет включение тех механизмов долговременной адаптации, которые обеспечивают адекватное кровоснабжение тканей в этих условиях.

#### *Формирование устойчивой адаптации к нагрузкам динамического и статического характера*

В процессе спортивных тренировок трудно выделить границы между стадиями адаптации к нагрузкам, поскольку в отличие от компенсаторной гиперфункции, гиперфункция в подобных случаях непостоянна и может быть достаточно строго дозирована. Поэтому рассмотренные выше реакции аппарата кровообращения нетренированных ранее лиц на однократную физическую нагрузку с известной долей условности могут рассматриваться как свойственные стадии срочной адаптации. Регулярные повторные физические нагрузки того или иного характера приводят к активации функциональных систем, принимающих наибольшее участие в обеспечении адаптации к этим нагрузкам. Экспериментальные исследования и наблюдения за здоровыми людьми показали, что уже 10-недельная

программа регулярных физических тренировок приводит к существенным сдвигам в основных функциональных системах, что обеспечивает заметное увеличение работоспособности организма.

Повышение уровня адаптации происходит на основе совершенствования двигательных реакций, формирования устойчивых связей между опорно-двигательным аппаратом, аппаратом кровообращения и дыхания. Длительность периода формирования и совершенствования функциональных систем зависит от характера и интенсивности тренировок и индивидуальных особенностей организма и соответствует переходной стадии долговременной адаптации.

Преимущества адаптированного сердца перед неадаптированным и различия в морфологии и функции системы кровообращения при адаптации к физическим нагрузкам динамического и статического характера наиболее четко выделяются на этапе устойчивой адаптации. Адаптационные сдвиги, развивающиеся в аппарате кровообращения при регулярных спортивных тренировках, направлены на повышение уровня физической работоспособности и достижение высоких спортивных результатов. Согласно представлениям Ш.К. Анохина, в результате многократных повторений физических нагрузок формируется функциональная система, развитие и совершенствование которой сопровождаются возникновением системного структурного следа и развитием устойчивой адаптации.

Устойчивая адаптация аппарата кровообращения к большим нагрузкам характеризуется увеличением функциональных резервов систем, т.е. способностью изменять интенсивность функционирования для достижения оптимального уровня.

Для аппарата кровообращения функциональный резерв можно представить как отношение ее максимальной производительности к уровню относительного физиологического покоя. Расширение функциональных резервов, достигающееся на стадии устойчивой адаптации к нагрузкам, идет по двум направлениям и обеспечивается за счет экономизации функции системы в условиях покоя и при умеренных нагрузках и максимальной производительности ее при выполнении предельных нагрузок. Экономизация и максимальная производительность аппарата кровообращения становятся возможными благодаря совершенствованию всех звеньев регуляции ее функции.

*Устойчивая адаптация аппарата кровообращения к динамическим нагрузкам*

Фундаментальные исследования, проведенные Ф.З. Меерсоном и сотр., показали, что регулярные физические нагрузки динамического характе-

ра приводят к умеренной гипертрофии миокарда, которая сопровождается увеличением адренореактивности сердца, улучшением коронарного кровоснабжения, ростом концентрации миоглобина и активности ферментов, ответственных за транспорт субстратов к митохондриями, увеличением соотношения тяжелых H-цепей и легких L-цепей в головках миозина. Все эти и ряд других изменений приводят к увеличению мощности механизмов, ответственных за транспорт ионов  $Ca^{2+}$  и расслабление сердечной мышцы.

Увеличение мощности систем, ответственных за энергообеспечение, сочетается с повышением эффективности использования кислорода и способствует увеличению максимального количества работы на единицу массы миокарда.

Повышение производительности аппарата кровообращения на стадии устойчивой адаптации сочетается с экономизацией функции сердца в состоянии покоя и при умеренной нагрузке.

В свою очередь, основными проявлениями экономизации функции считают прежде всего брадикардию, артериальную гипотензию и гипертрофию миокарда. Еще Г.Ф. Ланг писал: «У тренированных физкультурников, как правило, наблюдается значительное замедление пульса, кровяное давление отчетливо понижено в среднем миллиметров на 20, обнаруживается увеличение сердца как результат небольшой гипертрофии и небольшой тоногенной дилатации».

Во всех работах, касающихся спортивного сердца, указывается эта триада, как определяющая не только уровень функционального состояния сердечно-сосудистой системы, но и как один из основных физиологических признаков тренированности спортсмена.

Вместе с тем в свете современных данных это представление требует пересмотра. Состояние высокой тренированности далеко не всегда сопровождается всеми этими тремя признаками, хотя наличие их действительно может свидетельствовать о высоком уровне функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Кроме того, каждый из этих признаков может быть и проявлением патологических изменений в организме. Поэтому вопрос об этих и других проявлениях физиологического спортивного сердца заслуживает более подробного рассмотрения.

### **Брадикардия**

Брадикардия, как известно, встречается чаще у спортсменов высокого класса, преимущественно при тренировках выносливости, среди мужчин чаще, чем среди женщин.

Брадикардию у спортсменов следует расценивать как проявление экономизации деятельности сердца. Уменьшение ЧСС удлинит диастолу,

снижает потребность миокарда в кислороде, уменьшает работу сердца. Возникает она вследствие изменения нейрогуморальной регуляции, совершенствующейся в процессе долговременной адаптации к физическим нагрузкам. При этом имеет место относительное преобладание тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Вместе с тем между степенью брадикардии и тренированности спортсмена полного параллелизма нет. Примерно у 1/3 спортсменов с резко выраженной брадикардией отмечаются плохая приспособляемость к нагрузке, сниженная работоспособность, быстрая утомляемость, расстройство сна, аппетита и различные другие жалобы.

Тщательный сбор анамнеза и детальное врачебное обследование таких спортсменов позволяют выявить в одних случаях переутомление, а в других – очаги хронической инфекции. Нередко выраженная брадикардия сочетается с изменениями конечной части желудочкового комплекса или нарушением ритма.

Кроме того, выраженная брадикардия может быть проявлением дисфункции синусового узла, синоатриальной и атриовентрикулярной блокады, и поэтому обязательно необходимо обследовать спортсменов с ЧСС ниже 40 уд/мин.

Несмотря на, казалось бы, бесспорную физиологическую целесообразность брадикардии, имеются данные, свидетельствующие о том, что в основе брадикардии покоя, вызванной высокими тренировочными нагрузками, может лежать слабость синусового узла с повышенной склонностью к тромбообразованию. Так, из 26 бывших спортсменов среднего возраста у 21 была выявлена брадикардия, причем у 5 из них в анамнезе наблюдались эмболические инсульты.

Все сказанное дает основание рекомендовать тщательное кардиологическое обследование для спортсменов со стойкой резко выраженной брадикардией покоя. Хотя в большинстве случаев такая брадикардия является отражением физиологических адаптационных сдвигов в ответ на тренировку выносливости и обеспечивает увеличение хронотропного резерва, в части случаев она может быть одним из ранних сигналов возрастания «цены адаптации» к физическим нагрузкам или даже проявлением дизадаптации.

Артериальная гипотензия. Снижение артериального давления в состоянии покоя АДд ниже 60 мм рт. ст.) встречается у спортсменов примерно в 10-19% случаев. Уже сам факт столь небольшой частоты выявления артериальной гипотензии у спортсменов не позволяет рассматривать этот признак как обязательное или типичное проявление спортивного сердца.



Хотя тенденция к снижению артериального давления у спортсменов несомненно существует.

Клиническое обследование группы спортсменов с артериальной гипотензией, по данным А.Т. Дембо и М.Я. Левина, дает основание утверждать, что гипотензия у спортсменов может быть как проявлением физиологической адаптационной реакции на регулярные физические тренировки, так и симптомом, свидетельствующим о нарушении адаптации аппарата кровообращения к нагрузкам.

Таким образом, и в отношении артериальной гипотензии у спортсменов следует прийти к заключению о том, что она не может априорно рассматриваться как признак физиологического спортивного сердца.

Следует рекомендовать всем спортсменам с низким артериальным давлением пройти углубленное медицинское обследование и находиться под наблюдением специалистов. Таким образом, как и брадикардия, артериальная гипотензия не является признаком, характеризующим физиологическое спортивное сердце вообще, а связана с развитием определенного физического качества, а именно выносливости.

#### **Гипертрофия миокарда и дилатация камер сердца**

Увеличение массы миокарда у спортсменов клиницисты описывали уже в конце прошлого века. Г.Ф. Ланг указывал, что для физиологического спортивного сердца характерна небольшая гипертрофия миокарда и небольшая дилатация полостей. Существенную роль в изучении адаптационных процессов, возникающих в сердце в ответ на спортивные тренировки, сыграли исследования, проведенные с помощью биплановой телерентгенографии и позволившие дать количественную оценку наружных размеров сердца.

Результаты исследования размеров сердца с помощью этого метода обобщены в монографии В.Л. Карпмана и соав. Авторы доказали, что объем сердца, определенный у спортсменов рентгенографическим методом, до известных пределов тесно коррелирует с уровнем физической работоспособности, определенной по тесту PWC. Вместе с тем авторы обнаружили, что при очень больших размерах сердца у спортсменов особенно четко выявляются отклонения в состоянии здоровья.

Эти данные дают основание расценивать чрезмерное увеличение сердца как проявления нарушения процессов адаптации к физическим нагрузкам. Одновременно очевидно, что определение наружного объема сердца не решает вопроса о том, что же лежит в основе этого увеличения – истинная гипертрофия или дилатация сердца?

На этот вопрос не могли дать убедительного ответа ни морфологические исследования сердца спортсменов, погибших от случайных причин,



ни экспериментальные работы, в процессе которых изучалось сердце животных, подвергавшихся регулярным физическим нагрузкам.

Дело в том, что гипертрофия миокарда в этих и многих других исследованиях определяется путем сопоставления массы миокарда в экспериментальной и контрольной группах, без учета изменений функциональных объемов полостей сердца, возникающих под влиянием регулярных физических нагрузок. Это, в свою очередь, не позволяет определить путь адаптации сердца к гиперфункции.

### **Ударный объем**

Ряд исследователей, изучавших величину УО у спортсменов с помощью современных методов, пришли к заключению, что его величина у тренированных и нетренированных лиц практически одинакова.

Диаметрально противоположные результаты по вопросу о величине УО у спортсменов дают основание полагать, что величина УО подвержена существенно большим влиянием и менее устойчива, чем ЧСС. С другой стороны, указанные противоречия как нельзя лучше иллюстрируют определяющую роль методических подходов в решении этого сложного вопроса.

Дело не только в том, что для определения величины УО используются различные по точности и воспроизводимости методики. Важную роль в неоднозначности получаемых результатов играют различия в положении тела при исследовании, длительность предшествующего периода восстановления после тренировки, период тренировочного цикла, состояние здоровья обследуемых и травматичность метода. Влияние последнего фактора на результаты исследования УО подтверждены S. Vevegard и соавт.

Видимо, с этих же позиций следует оценивать и результаты С.А. Душанина, получившего у высококлассных спортсменов с помощью инвазивного метода значения УО в пределах 156 мл. В.Л. Карпман и В.Г. Любина также обратили внимание, что наиболее высокие показатели УО получены теми исследователями, которые использовали для его определения инвазивные, а значит, травматичные методы.

Однако даже если основываться только на результатах исследования УО, полученных с помощью нетравматических методов, следует признать, что у спортсменов так же, как и у лиц, не занимающихся спортом, диапазон индивидуальных колебаний весьма велик. Так, по данным В.Л. Карпмана и В.Г. Любиной, основным при определении УО методом возвратного дыхания СО<sub>2</sub> у 315 спортсменов различного возраста, спортивного мастерства и направленности тренировочного процесса диапазон индивидуальных колебаний величин УО составил от 38 до 130 мл при среднем значении 79,6 + 12,7 мл.

Важно подчеркнуть, что попытки нивелировать различия величин УО, вызванные различиями ростомассовых характеристик обследуемых, путем приведения значений УО к единице поверхности тела – ударный индекс, не приводят к существенному уменьшению разброса индивидуальных значений.

Таким образом, приведенные литературные данные позволяют сделать два важных вывода. Во-первых, средние значения УО у спортсменов в покое, рассчитанные без учета уровня спортивного мастерства, стажа и направленности тренировочного процесса, либо несколько ниже, либо не отличаются от таковых у лиц, не занимающихся спортом.

Во-вторых, величины УО имеют широкий диапазон индивидуальных колебаний. Это требует поиска новых подходов к оценке показателей центральной гемодинамики у здоровых лиц, в том числе и у спортсменов.

### **Тип кровообращения**

Принято различать 3 типа кровообращения – гипо-, эу- и гиперкинетический. В основу деления положен расчет сердечного индекса. Гипокинетический тип кровообращения характеризуется низким СИ и относительно высокими величинами ОПСС и УПСС.

При гиперкинетическом типе кровообращения определяются самые высокие значения СИ и УИ, МОК и УО и, соответственно, низкие ОПСС и УПСС. И наконец, при эукинетическом типе значения всех этих показателей гемодинамики находятся в середине диапазона колебаний.

Н.Н. Савицкий полагал, что ТК формируются самими заболеваниями и возникают вследствие различного патогенетического воздействия стрессов на гемодинамику, однородную у всех здоровых людей. С этих позиций, а именно однородности гемодинамической нормы здоровых людей и различного влияния патогенетических механизмов заболевания, и сегодня рассматривается целый ряд болезней сердечно-сосудистой системы.

Вместе с тем еще исследования сотрудников клиники Ланга Г.Ф. в 1930-х гг., проведенные для изучения аппарата кровообращения у здоровых лиц, давали основание предполагать существование гемодинамической неоднородности здоровых людей. Именно последнее обстоятельство, а не только влияние патологических воздействий, определяет гемодинамическую неоднородность больных.

И.К. Шхвацабая и соавт., используя аналогичный подход к оценке гемодинамической нормы, подтвердили, что значительный разброс показателей гемодинамики действительно объясняется гемодинамической неоднородностью здоровых людей, и что у них существуют все ТК, представляющие собой вариант нормы.

По мнению большинства авторов, изучающих ТК у больных, при ГрТК сердце работает в наименее экономическом режиме и диапазон компенсаторных возможностей этого типа ограничен. При этом типе имеет место высокая активность симпатико-адреналиновой системы. Наоборот, ГТК является наиболее экономичным и сердечно-сосудистая система при этом ТК обладает большим динамическим диапазоном.

Так, при ГрТК адаптация к физической нагрузке идет за счет ино- и хронотропной функций миокарда без подключения механизма Франка-Стерлинга. Что же касается ГТК, то при этом типе во время физической нагрузки подключается механизм Франка-Стерлинга, что, несомненно, свидетельствует о более экономичном характере адаптации.

Существует, однако, точка зрения, что именно ГрТК является наиболее экономичным и при нем наблюдается более высокая работоспособность, и если при ГТК во время физической нагрузки и происходит смещение в сторону меньших энергетических затрат, то при этом не достигается тот уровень, который характерен для гипер- и эукинетического типов.

По данным Сидоренко Г.И. и соавт., толерантность к физической нагрузке не зависит от ТК, однако диапазон резервных возможностей лиц с гиперкинетическим ТК снижен.

Так или иначе, очевидно, что ТК отличаются друг от друга не только количественно, но и качественно. Это значит, что лица с различными ТК обладают различными адаптационными возможностями, используют различные пути адаптации аппарата кровообращения для достижения оптимума и им свойственно различное течение патологических процессов. Кроме того, в настоящее время не подлежит сомнению, что кровообращение у здоровых людей также неоднородно, причем у них встречаются те же ТК, которые имеют место у больных.

Вместе с тем ряд вопросов, касающихся проблем оценки ТК, остается нерешенным. Прежде всего не решен вопрос о происхождении ТК. Нет также ясности в вопросе о распространенности различных ТК у здоровых людей. Данные разных авторов по вопросу о распространенности ТК в популяции существенно различаются. Причинами противоречивости публикаций по этому вопросу является, на наш взгляд, отсутствие общепринятых критериев для оценки ТК, недостаточная точность ряда методов оценки показателей гемодинамики и условность самого понятия «здоровье».

И все же использование подходов об исходной гемодинамической неоднородности здоровых лиц и существование различных ТК имеет огромное значение для решения ряда вопросов спортивной кардиологии. Исследования, проведенные в области спортивной кардиологии за последнее

десятилетие, не только подтвердили существование гемодинамической неоднородности спортсменов и целесообразность выделения ТК, но и выявили существование различия в характере адаптивных сдвигов у спортсменов с различными ТК.

Так, было установлено, что распределение СИ у 65 спортсменов 1-го разряда и различной направленности тренировочного процесса, по данным обследования в состоянии покоя методом возвратного дыхания, варьирует в широких пределах, превышающих 3 л, а коэффициент вариации СИ по группе в целом составляет 20%, что свидетельствует о гемодинамической неоднородности группы.

После формирования трех однородных групп по критерию КВ < 10%, обозначенных в дальнейшем как группы спортсменов с ГТК, ЭТК и ГрТК, проведен анализ гемодинамики в покое и при физической нагрузке. Физическая нагрузка выполнялась на велоэргометре в течение 5 минут и дозировалась из расчета 3,3 Вт/кг массы тела.

Различий в уровне артериального давления между спортсменами с различными ТК нет. Вместе с тем при ГрТК ЧСС больше, а УПСС достоверно ниже, чем при ЭТК и ГТК. Таким образом, очевидно, что в условиях физиологического покоя у спортсменов с ГТК необходимый уровень кровоснабжения поддерживается, прежде всего за счет высокого УПСС, а при ГрТК – за счет увеличения УО.

Это значит, что в зависимости от ТК механизмы поддержания одинакового уровня однородного показателя различны. О существенных различиях механизмов регуляции кровообращения при различных ТК свидетельствуют и данные о тесноте связи между величиной УО и ЧСС. Известно, что увеличение УО вызывает реципрокное угнетение автоматизма синусового узла и приводит к уменьшению ЧСС.

Этот механизм, работающий по принципу обратной связи, обеспечивает поддержание МОК на устойчивом уровне. По данным З.Л. Карпмана и Б.Г. Любиной, у спортсменов эта связь прослеживается лишь на уровне тенденции, так как имеется лишь умеренная теснота корреляции между этими показателями.

Анализ величин УО и ЧСС, проведенный с учетом типов кровообращения, позволил установить, что связь между этими показателями появляется при различных ТК не в одинаковой мере. Тесная обратная корреляция между УО и ЧСС имеет место при ЭТК и ГрТК у спортсменов. При ГТК достоверной связи между этими показателями не выявлено.

Следовательно, в состоянии покоя у спортсменов с ГТК хроноинотропный механизм практически не участвует в обеспечении сердечного

выброса, что хорошо согласуется с представлениями об экономизации функции системы кровообращения, особенно выраженной при тренировке выносливости. С другой стороны, тесная связь между УО и ЧСС при ЭТК и ГрТК дает основание рассматривать спортсменов с этими ТК как недостаточно адаптированных к выполнению работы на выносливость. Продолжая обсуждение вопроса о роли ТК в оценке состояния адаптации аппарата кровообращения к физическим нагрузкам, остановимся на связи ТК и направленности тренировочного процесса.

Среди спортсменов, развивающих преимущественно выносливость, ГТК встречается примерно в трех случаях; среди спортсменов, развивающих преимущественно ловкость и силу, лишь в 6% случаев, а среди спортсменов, развивающих быстроту, ГТК не встретился вовсе.

Обратное соотношение имеет место при сопоставлении частоты ТК. В то время как среди спортсменов, развивающих выносливость, ТК обнаружен лишь у 11% обследованных, у спортсменов, развивающих быстроту, ГрТК выявлен более чем в половине случаев. Таким образом, направленность тренировочного процесса определенным образом связана с ТК. Это полностью согласуется с представлениями об экономизации функции, формирующейся в качестве «структурного следа» в процессе долговременной адаптации к циклической работе умеренной мощности.

Понятно, что в процессе тренировок к выполнению кратковременной работы максимальной мощности, когда к организму спортсмена предъявляются требования постоянно поддерживать аппарат кровообращения в состоянии «повышенной готовности», совершенствуются преимущественно механизмы срочной адаптации.

Это, в свою очередь, приводит к преимущественному включению времени выполнения нагрузки хронотропного механизма обеспечения поддержания необходимого уровня кровообращения. Однако нельзя обращать внимание на то обстоятельство, что среди спортсменов, развивающих выносливость, все же встречаются лица с ГрТК.

Это дает основание предположить, что формирование того или иного ТК определяется не только характером тренировочного процесса, но и, в известной мере, является генетически детерминированным, точно так же, как генетически детерминированными являются резервы адаптации сердца к гиперфункции. Справедливость такого предложения подтверждается уже установленным фактом существования ТК среди молодых людей, не занимающихся спортом.

Значение уровня спортивного мастерства в формировании ТК может быть проиллюстрировано следующим примером. Среди 37 спортсменов-

спринтеров высшего спортивного мастерства, у которых состояние гемодинамики было изучено с использованием ЭхоКГ-метода, в 70% случаев был выявлен ЭТК и лишь 11% – ГрТК. Напомним, что в приведенных выше результатах исследования гемодинамики у спринтеров 1-го разряда ГТК мы не выявили ни в одном случае.

Эти данные дают основание полагать, что постепенно возрастающие динамические нагрузки большой мощности, так же как и нагрузки умеренной и малой мощности, способствуют формированию ГТК. Однако этот наиболее экономичный тип регуляции системы кровообращения формируется у них существенно позже, чем у спортсменов, тренирующих выносливость, т.е. при более высоком уровне спортивного мастерства.

Важные данные, способствующие более глубокому пониманию природы формирования ТК, были получены Е.Л. Лопухиной. В основу исследования показателей гемодинамики ею был положен метод импедансографии тела.

Границы для распознавания ТК были уточнены при обследовании 71 мужчины и 67 женщин в возрасте от 17 до 22 лет без отклонений в состоянии здоровья. Как видно из табл. 33, пороговые значения СИ для оценки ТК у мужчин заметно выше, чем у женщин.

Основываясь на приведенных нормативах, Е.Л. Лопухиной было изучено распределение ТК среди спортсменов, тренирующих выносливость. Как и следовало ожидать, распределение ТК у спортсменов, тренирующих выносливость, резко отличается от такового у нетренированных лиц и сдвинуто в сторону преобладания ГТК.

Это убедительно свидетельствует о том, что регулярные, постепенно нарастающие динамические нагрузки способствуют формированию ГТК. Если учесть, что средние значения ЧСС в группах с различным ТК практически одинаковы, то станет ясно, что в формировании ГТК у спортсменов центральная роль принадлежит снижению величины УО.

Другой важный вывод был сделан Е.Л. Лопухиной при анализе состояния здоровья спортсменов с различным ТК. Оказалось, что в группе спортсменов с ГТК на ЭКГ покоя и с аритмиями сердца были выявлены лишь в 7,2%, при ЭТК 1 – в 443%, а при ГрТК – в 54% случаев.

Подтверждение несомненной связи между характеристиками состояния центральной гемодинамики и состояния здоровья спортсменов было получено также при динамических наблюдениях. По данным таких наблюдений было установлено, что ухудшение состояния спортсмена сопровождалось переходом из гипоТК в эу- или гиперкинетический ТК.



В качестве примера рассмотрим динамику СИ в годичном тренировочном цикле у спортсмена. В подготовительном периоде при повторных обследованиях регулярно выявлялись низкие значения СИ, соответствующие ГТК. В конце подготовительного периода спортсмен выполнил норматив мастера спорта. В предсоревновательном периоде значения СИ несколько увеличились, но не выходили за пределы ГТК. В начале соревновательного периода спортсмен удачно выступил в соревнованиях, установив личный рекорд. Однако вскоре появились признаки ДМФП, сопровождающиеся выраженным подъемом СИ до значений, соответствующих ГрТК. Через неделю спортсмен прекратил тренировки из-за остро развившегося ларинготрахеита. По мере выздоровления отмечалось снижение значений СИ и к началу следующего подготовительного периода значения СИ соответствовали верхнему пределу ГТК.

Изложенные данные позволяют прийти к заключению, что оценка ТК, несомненно, имеет большое значение в оценке состояния адаптации аппарата кровообращения. Есть все основания утверждать, что в процессе долговременной адаптации к нагрузкам динамического характера формируется ГТК. Его формирование определяется прежде всего снижением УО, что соответствует классическим представлениям об экономизации функции сердца спортсмена в состоянии покоя.

Не менее важной является необходимость тщательного клинического обследования спортсменов для выявления предпатологических состояний и патологических изменений сердца.

## ГЛАВА 2

### ПСИХОДИАГНОСТИКА

Спортивная психодиагностика – это прикладной раздел психологии спорта, предметом которой являются измерение и контроль психических особенностей спортивной деятельности и ее исполнителей – спортсменов.

Практическое использование психодиагностики в спорте позволяет решать следующие задачи:

- обеспечить отбор спортсменов и снизить субъективный отсев из команд;
- определять степень и уровень готовности спортсмена и команды к предстоящим соревнованиям;
- разработать адекватные методы индивидуальной подготовки спортсменов, а, соответственно, сократить время и затраты на спортивную подготовку;
- разработать и предложить тренеру индивидуальные рекомендации по работе со спортсменом или командой.

В настоящем разделе для правильного понимания практической работы в этой области и задач, стоящих перед спортивной психодиагностикой, рассмотрим три основных вопроса:

- общее представление о психодиагностике,
- психодиагностические методы в спорте.

#### *Общее представление о психодиагностике*

Термин «психодиагностика» введен в 1921 г. Г. Роршахом и с этого времени она существует в качестве самостоятельной научной дисциплины, однако основная ее проблематика занимает человеческую мысль с момента возникновения интереса человечества к самому себе, к своим возможностям.

Одно из самых древних упоминаний об отборе людей на основе испытания мы находим в Библии, где говорится о том, что бог повелел Гедеону осуществить двухступенчатый отбор воинов в войне Израиля против мидянян. В области характерологической диагностики до сих пор интересным является сочинение Теофраста «Описание характеров». Много указаний на психодиагностические признаки содержится в трудах арабских средневековых мыслителей: Авиценны, Аль Бируни, Ибн Рашида.

Сложившаяся эмпирическая практика сохраняется до сих пор в так называемой наивной психологии, опирающейся на социальные стереотипы и отражающие опыт поколений.

Первые попытки навести порядок в накопленном опыте, привели к зарождению физиогномики, по которой предполагается, что в выражениях лица человека находят отражение некоторые особенности личности.

В 1622 г. итальянский врач К. Вальдо издал работу, в которой описал способ определения по почерку особенностей личности. И уже 350 лет продолжают попытки объяснить и понять особенности личности по почерку. В настоящее время, несмотря на отсутствие теоретического обоснования, накоплен богатый опыт по применению данного способа и его по праву относят к одному из методов психодиагностики, так как почерк можно рассматривать в качестве фиксированного выразительного движения, отражающего некоторые сложившиеся особенности личности.

В общем виде психодиагностикой называют науку и практику постановки психологического диагноза. Под диагнозом понимают распознавание любого отклонения от нормального функционирования или определение состояния психических процессов конкретного объекта. Установление психологического диагноза осуществляется с целью оценки актуального состояния личности, прогноза дальнейшего развития и разработки рекомендаций.

Различают симптоматический, этиологический и типологический диагнозы. Симптоматический диагноз ограничивается констатацией определенных особенностей или симптомов, на основании которых непосредственно строят практические выводы. Этиологический диагноз учитывает не только наличие определенных особенностей, но и причины их возникновения. Высший уровень – типологический диагноз, который заключается в определении места и значения полученных данных в целостной, динамической картине личности.

Психодиагностика является областью психологической науки, разрабатывающей и использующей методы выявления и измерения индивидуально-психологических особенностей человека. В конкретно прикладном аспекте предметом психодиагностики являются психические процессы, состояния и психические свойства личности.

Психодиагностические методы объединяют в группы по разным основаниям.

Классификации методов, по Й. Шванцаре, объединяет психодиагностические методы в группы по следующим основаниям:

- 1) по используемому материалу;
- 2) по количеству получаемых показателей;
- 3) тесты с «правильным» решением и тесты с возможностью различных ответов;
- 4) по психической активности испытуемых:
  - интроспективные, анкеты, беседа;
  - экстраспективные;
  - проективные. Испытуемый проецирует неосознаваемые свойства личности на малоструктурированные, многозначные стимулы;

– исполнительные. Испытуемый осуществляет какое-либо действие, количественный уровень и качественные особенности которого являются показателем интеллектуальных и личностных черт.

Классификации психодиагностических методов по В.К. Гайде, В.П. Захарову представлена по следующим основаниям:

- 1) по качеству: стандартизованные, не стандартизованные;
  - 2) по назначению:
    - общедиагностические;
    - тесты профессиональной пригодности;
    - тесты специальных способностей;
    - тесты достижений;
  - 3) по материалу, которым оперирует испытуемый:
    - бланковые;
    - предметные;
    - аппаратурные;
  - 4) по количеству обследуемых: индивидуальные и групповые;
  - 5) по форме ответа: устные и письменные;
  - 6) по ведущей ориентации: тесты на скорость, тесты мощности, смешанные тесты. В тестах мощности задачи трудны и время решения не ограничено; исследователя интересует как успешность, так и способ решения задачи;
  - 7) по степени однородности задач: гомогенные и гетерогенные, которые отличаются тем, что:
    - в гомогенных тестах задачи схожи друг с другом и применяются для измерения вполне определенных личностных и интеллектуальных свойств;
    - в гетерогенных тестах задачи разнообразны и применяются для оценки разнообразных характеристик интеллекта;
  - 8) по комплексности: изолированные тесты и тестовые наборы;
  - 9) по характеру ответов на задачи: тесты с предписанными ответами, тесты со свободными ответами;
  - 10) по области охвата психического: тесты личности и интеллектуальные тесты;
  - 11) по характеру умственных действий: вербальные и невербальные.
- Несмотря на разнообразие оснований, а, следовательно, и классификаций методов, можно выделить два основания: по предметной направленности диагностики и по степени формализации процедуры обследования.
- В соответствии с первым критерием выделяют следующие диагностические методы:

- интеллектуального развития;
- творческих и специальных способностей;
- индивидуальных различий и личности;
- межличностных отношений и групповых процессов и т. д.

По второму основанию методы можно разделить на малоформализованные и формализованные или стандартизованные.

Необходимость в диагностике возникает тогда, когда привычный ход тех или иных событий нарушается, т. е. специалист или осознает какие-либо отклонения в наблюдаемом явлении, или должен сделать выбор между  $n$ -мерным количеством вариантов. Подобные ситуации и определяют направленность и содержание всей психодиагностической деятельности. Поэтому любая диагностика проводится в соответствии с практической задачей, сформулированной «заказчиком».

Рассмотрим процедуру диагностики, которая включает четыре этапа – планирование, проведение, обработка и оценка, которая может быть отражена в письменном заключении.

1. Планирование обследования, или разработка программы обусловлены рядом факторов:

- практической задачей,
- определением предмета психодиагностики,
- количеством обследуемых,
- подбором соответствующих методик, их комплексностью, достоверностью, подготовкой стимульного материала,
- ответственностью за последствия выводов.

На этапе планирования составляют схему обследования, определяют состав и количество испытуемых, необходимое число измерений, выбирают математико-статистический способ обработки результатов, готовят условия проведения обследования.

2. Обеспечение условий проведения обследования. Лучшим помещением является специально оборудованная комната. Обязательным условием должно быть предварительное устранение помех и постороннего вмешательства. Необходимо заранее позаботиться и расположить в нужном порядке весь тестовой материал, в случае использования аппаратуры продумать соответствие условий тестирования стандартизации обстановки.

3. Особо нужно подчеркнуть необходимость установления контакта с испытуемым. Доброжелательные доверительные отношения с испытуемым спортсменом – залог качественного обследования. Спортсмен должен быть проинформирован о целях обследования, о возможностях использования результатов. Ничто не может быть применено во вред

личности. Диагност обязан тщательно проинструктировать испытуемого по каждому тесту.

4. Личность диагноста. Внешность, характер, манера поведения и речи, настроение, так же как и уровень профессиональных знаний, владение диагностом методикой, безусловно, влияют на успешность обследования. Психодиагносту полезно перед непосредственным проведением обследования самому поработать в качестве испытуемого. От психодиагноста требуется соблюдать спокойствие, нейтральность, постоянную внимательность, четкость в работе.

5. Инструкция испытуемому должна быть ясной, четкой, краткой и однозначной.

6. Процедура диагностирования накладывает на создателей и интерпретаторов методик высокую моральную ответственность за судьбу людей, подвергающихся тестированию.

7. Все полученные результаты, заносятся в протокол обследования. Форма протокола продумывается заранее. В необходимом случае разрабатывают знаковую систему, необходимую для регистрации речевых или поведенческих реакций испытуемого, заготавливают опросные листы, ключи или трафареты с прорезями.

8. Обработка полученных данных представляет собой очень ответственный и трудоемкий процесс. Он включает в себя анализ данных, сопоставление с другими результатами, обобщение и интерпретацию. Это возможно только при достаточном профессиональном опыте и умении пользоваться методами статистической обработки данных.

9. Не менее важный и морально ответственный момент – это написание заключения о проведенном обследовании. Одно дело дать оценку – годен или не годен, болен или не болен и т. д., и совсем другое дать развернутую оценку с рекомендациями или заключение. Отметим также, что написание заключения порой занимает гораздо больше времени, чем проведение всей диагностики.

Разработка и использование тестов в практике обследования и освидетельствования спортсменов связаны с предварительным определением степени соответствия тестов следующим требованиям психологической теории измерений: 1) объективности, 2) стандартизации, 3) валидности, 4) надежности, 5) практичности, 6) прогностической ценности. Только в этом случае могут быть получены адекватные количественные оценки, отражающие психические особенности спортсменов.

Объективность психологического теста означает, что первичные показатели, их оценка и интерпретация не зависят от поведения и субъективных



суждений экспериментатора. Первичными называют показатели, полученные после обработки данных выполнения респондентом тестовых заданий.

Добиться объективности психологического теста можно при выполнении следующих условий:

- 1) единообразии процедуры проведения теста для получения сравнимых с нормой результатов;
- 2) единообразии оценки выполнения теста;
- 3) определение нормы выполнения теста для сопоставления с ними показателей, полученных в результате обработки данных тестирования.

Стандартизация психодиагностических тестов представляет собой линейное или нелинейное преобразование тестовых оценок, смысл которого заключается в замене исходных оценок новыми, производными, облегчающими понимание и интерпретацию тестовых результатов.

Интерпретация результатов психодиагностических измерений возможна только при сравнении индивидуальных данных со средними, полученными на большой выборке испытуемых. Без этих преобразований исходные тестовые оценки ничего не скажут ни о степени выраженности исследуемой характеристики, ни о вероятности появления такого значения исследуемой характеристики у других лиц.

Как правило, разные тесты имеют различные средние и дисперсии, поэтому их результаты имеют различную размерность. Чтобы сделать возможным сопоставление результатов и устранить различия в размерности, необходимо тестовые оценки трансформировать, введя для них единый масштаб.

Определение норм для теста. На этапе создания теста формируется некоторая группа испытуемых, на которой проводится данный тест. Средний результат выполнения этого теста в данной группе принято считать нормой. Существуют определенные правила формирования такой группы испытуемых, или, как ее иначе называют, выборки стандартизации.

Правила формирования выборки стандартизации:

- 1) выборка стандартизации должна состоять из респондентов, на которых в принципе ориентирован данный тест, то есть если создаваемый тест ориентирован на детей, то и стандартизация должна происходить на детях заданного возраста,

- 2) выборка стандартизации должна быть репрезентативной, то есть представлять собой уменьшенную модель популяции по таким параметрам, как возраст, пол, профессия, географическое распределение и т. д. Распределение результатов, полученных при тестировании испытуемых выборки стандартизации, можно изобразить с помощью графика – кривой нормального распределения. Этот график показывает, какие значения первичных показателей входят в зону средних значений, а какие выше и ниже нормы.

Валидность. Проблема валидности возникает в ходе разработки и практического применения психодиагностических методов, в частности тестов, когда требуется установить соответствие между степенью выраженности измеряемого свойства личности и методом его измерения. Таким образом, валидность теста показывает, в какой мере он измеряет то психическое качество, для оценки которого предназначен. Невалидные, т. е. не обладающие валидностью, тесты непригодны для практического использования.

При валидации тестов, предназначенных для спорта, роль экспертов обычно выполняют тренеры. Однако, как показали специальные исследования, экспертные оценки тренеров имеют низкую валидность и надежность. Немногие тренеры могут выступить в качестве надежных экспертов; это связано с тем, что их оценки в значительной степени подвержены субъективным искажениям. Другой причиной ошибок является недостаточное понимание содержания оцениваемого качества.

Предложить тренеру оценить такую-то особенность психики спортсмена – значит, поставить перед неспециалистом задачи, затруднительные даже для большинства психологов. Вначале следует объяснить тренеру содержание психического свойства, для измерения которого предназначен валидируемый тест, ознакомить со спецификацией и составом заданий и только после этого просить выставить экспертные оценки.

Экспериментальные критерии распространены значительно больше. В качестве такого критерия валидности используются результаты одновременного и независимого тестирования испытуемых другим тестом, предположительно измеряющим то же свойство личности, что и валидируемый тест. Коэффициент корреляции между результатами двух измерений называется эмпирической взаимной валидностью.

Надежность – еще один критерий качества психодиагностических методик, в частности тестов, относящийся к точности психологических измерений. Чем выше надежность, тем относительно свободнее средство измерения от погрешностей. В процессе психодиагностики, как при любом измерении, возникают ошибки, которые принято разделять на систематические и случайные.

Систематические ошибки остаются постоянными или закономерно меняются от измерения к измерению. В силу этих своих особенностей они могут быть предсказаны заранее, а в некоторых случаях и устранены. К этой группе относятся ошибки, возникающие в связи с использованием различных методов сбора данных.

Случайные ошибки имеют место, когда при последовательных измерениях постоянной характеристики получаются различные числовые

оценки, т. е. когда измеряемая характеристика не изменяется во времени, а все отклонения обусловлены неточностью измерения.

В практике используются три основных метода оценки надежности измерений: 1) повторное измерение, 2) параллельное измерение и 3) расщепление.

Повторное измерение. Уже говорилось, что ошибка измерения может быть определена путем многократного тестирования. Поэтому совершенно естественно, что повторное тестирование выборки испытуемых одним и тем же методом через определенный интервал времени и при одинаковых условиях стало одним из основных способов измерения надежности. Повторное тестирование обычно называют ретестом, а надежность, измеренную таким способом, ретестовой надежностью.

При использовании метода повторного тестирования получают оценку степени устойчивости тестовых результатов во времени, в зависимости от условий тестирования и установок испытуемого. Поэтому ретестовый коэффициент надежности называют также коэффициентом устойчивости или стабильности теста. Для хорошего теста он не должен быть ниже 0,7.

Параллельное измерение. В этом случае повторное измерение с помощью параллельных, или эквивалентных, тестов. Параллельными называются тесты, которые измеряют одно и то же свойство психики с одинаковой ошибкой, т. е. оценки зависят только от степени выраженности исследуемого свойства психики у спортсмена, а не от формы параллельного теста.

Расчитанный между двумя тестами коэффициент корреляции называется эквивалентной надежностью.

Расщепление. Этот метод является развитием метода параллельного тестирования. Он основан на допущении о параллельности не только отдельных форм теста, но и отдельных заданий внутри одного теста. Для вычисления коэффициента надежности методом расщепления тест разбивается на отдельные задания или группы заданий. Наиболее распространена процедура расщепления теста на две части: в одну собираются результаты четных заданий, в другую – нечетных.

Разделить тест на две равные части можно разными способами, и каждый даст новую численную оценку надежности. Для преодоления этого недостатка разрабатываются методы вычисления коэффициентов надежности, которые исходят из предположения деления теста на большее число частей, равное в пределе числу заданий. Коэффициент надежности, полученный методом расщепления, называют коэффициентом внутренней согласованности, или гомогенности, теста. Гомогенность теста свидетельствует о том, что все задания его устойчиво измеряют одну и ту же психологическую

характеристику. Это означает, что если испытуемые имеют одинаковые тестовые оценки, то и степень выраженности у них измеряемого качества одинакова. Таким образом, гомогенность теста – обязательное условие для однозначной содержательной трактовки результатов измерения.

Валидность и надежность – связанные понятия. Их соотношение аналогично соотношению центральности и кучности в пулевой стрельбе. При этом валидность соответствует центральности, а надежность – кучности. Из приведенной аналогии становится очевидным, что валидность теста не может быть выше его надежности, а надежность – ниже валидности. Надежность является верхней границей валидности, т. е. необходимым условием валидности измерения.

Практичность. Данное требование указывает на то, что психодиагностические методики представляют собой относительно «дешевый» и практически удобный способ получения психологической информации. Это становится возможным благодаря тому, что при их разработке предъявляются жесткие требования к простоте, экономичности и эффективности. Только такие тесты могут быть использованы в полевых условиях: на сборах, на соревнованиях и на тренировках.

Прогностическая ценность психодиагностических методик указывает на то, что они, являясь инструментом прикладных исследований, должны быть пригодны для прогноза хотя бы одного внешнего критерия – а именно того, для предсказания которого он первоначально разрабатывался. Например, тесты интеллекта и свойств личности используются для прогноза успешности в различных видах спорта. Вполне целесообразным считается применение тестов, практическая валидность которых характеризуется коэффициентом от 0,20 и выше.

Важно знать, что ни одна самая лучшая методика не сможет дать всестороннюю психологическую характеристику личности спортсмена. Она вскрывает лишь малую часть, какую-то грань его психологических способностей, черт его личности, качеств, состояния. Поэтому только системный, комплексный подход к изучению личности спортсмена сможет привести педагога к объективной характеристике психологии спортсмена. Педагог должен научиться применять все методики, описанные в пособии, умело и грамотно их интерпретировать с постоянной мыслью о том, что личность спортсмена, в особенности юного, – это настолько сложное явление, что ошибки в ее оценке недопустимы.

Он должен помнить также о том, что никакие качества, никакие способности не остаются неизменными. Они все время изменяются. Приведем известные слова Гёте о том, что природа без конца создает новые

формы и то, что существует теперь, никогда не существовало раньше, а то, что было, никогда не вернется. Эти слова педагогу важно помнить всегда: только под влиянием педагога, глубоко вооруженного психологическими знаниями, проблема психологического отбора в спорте может быть решена успешно. И предлагаемые методики психодиагностики в спорте окажут педагогу в этом самую непосредственную помощь.

Психодиагностические материалы могут оказать большую помощь педагогу в его учебной и воспитательной работе, организации тренировочных занятий и обеспечении индивидуального подхода в воспитании.

В процессе обучения информация о развитии у наблюдаемого спортсмена памяти, мышления, внимания позволит определить оптимальные пути его умственного развития, обеспечить лучшее усвоение учебного материала. В спортивной тренировке знание индивидуальных особенностей спортсмена – это путь предупреждения перетренированности, путь для достижения высоких результатов.

Наличие сведений о типологических чертах обучаемого помогает выбрать для него индивидуальный стиль деятельности. С другой стороны, учет, например, относительной слабости основных нервных процессов у воспитуемого дает основание воспитателю оптимизировать свои воздействия, не злоупотреблять жесткими мерами, так как это может лишь ухудшить дело и вызвать состояние общей заторможенности на основе охранительного торможения.

Психодиагностическая информация может явиться также средством обратной связи, характеризующим эффект воспитания и обучения, позволяющим внести своевременные коррективы.

Знание различных методик, приемов изучения и оценки индивидуальных особенностей, черт личности спортсменов в существенной мере повышает возможности их обучения, тренировки, воспитания. Разносторонняя психодиагностическая информация об обучаемом позволяет находить наиболее оптимальные, эффективные пути педагогических воздействий, прогнозировать успехи и неудачи в спортивной тренировке, объективнее оценивать готовность к соревновательным действиям, проектировать психологический климат в команде, предвидеть случаи психологической несовместимости и, напротив, сплоченности коллективов. Результаты психологического тестирования в настоящее время широко используются при отборе в спортивные секции, комплектовании сборных команд для участия на ответственных состязаниях. В то же время считаем необходимым высказать мнение против чрезмерных увлечений психодиагностикой в целях психологического отбора.

Известны многочисленные случаи, когда абитуриенты с отрицательным прогнозом тем не менее успешно овладевали самыми различными видами сложных профессий, например техникой пилотирования на современных самолетах в летных училищах, теоретической программой в технических вузах, спортивной специализацией, достигая высокого мастерства. Нередко фактор мотивации оказывается сильнее психофизиологических показателей.

Дело в том, что мы не имеем еще тщательно отработанных достаточно полных профессиограмм, характеризующих важнейшие требования той или иной специальности к человеку, стремящемуся освоить искомую деятельность, не знаем возможных механизмов компенсации недостатков в профессионально значимых качествах, а главное, далеко не всегда в аспекте профпрогноза можем учесть огромные перспективы корригирования развития функциональных возможностей, совершенствования психических и физических качеств на фоне высокой профессиональной направленности. Порой небольшие изменения взаимного соотношения этих качеств в психологической структуре человека, обучаемого сложной профессией, предопределяют неожиданный рост успешности овладения профессиональным или спортивным мастерством.

Имеется немало примеров столь же неожиданно быстрого роста тех или иных показателей психических и психомоторных процессов, физических качеств после относительно длительного неуспешного на них воздействия различными тренировочными средствами (количественные показатели предопределяли развитие новых качественных показателей). Психологический отбор (как и любой другой профессиональный отбор) является лишь вероятностным. Чаще он открывает возможности успешного прогнозирования последующих успехов в обучении и тренировке, но не столь уж редко (например, при подготовке летчиков в 15–25% случаев) оказывается ошибочным.

Что же касается организации индивидуального подхода к обучаемым, корригирования выявленных недостатков в профессионально значимых качествах, обеспечения целенаправленной физической тренировки, психологической подготовки, то возможности психодиагностики чрезвычайно велики. Большие перспективы в реализации ее результатов открываются также при проведении пролонгированного отбора, в ходе которого периодическое тестирование многократно повторяется по мере осуществления различных мероприятий в учебно-тренировочном, воспитательном процессе. Таким образом, психолог может видеть динамику тех или иных показателей профессионально значимых качеств и предвидеть дальнейшие



пути их развития, подсказать тренеру объекты тренирующих воздействий и оценивать эффективность тренировки в связи с индивидуальными особенностями спортсмена.

Разрабатывая дальнейшие пути совершенствования методов психодиагностики и пропагандируя широкое их применение в теории и практике физического воспитания и спорта, следует все же проявлять определенную осторожность в их интерпретации и опасаться слишком категорических заключений. Ошибки в тестировании могут предопределяться целым рядом различных причин, в том числе:

- ошибками экспериментатора при несоблюдении им стандартности проведения исследования (нестандартность инструктирования, различия в условиях выполнения тестов, неудачная дикция при зачитывании инструкции и т. д.);

- нестандартной работой применяемых приборов, их неисправностями, типографскими погрешностями бланковых тестов, различиями в освещении, случайными причинами (например, поломкой карандаша или отвлечением на какой-либо неожиданный стимул и т. д.);

- наличием каких-либо исходных сведений испытуемого о предстоящем тестировании, об особенностях отдельных методик, подходами к решению предлагаемых заданий по ассоциациям с ранее выполняемыми действиями, наличием специфической подготовки у того или иного испытуемого и др.;

- случайными ошибками испытуемого (например, прослушал важную деталь объяснения, что-то не понял и т. п.);

- функциональным состоянием испытуемого, например в связи с предшествующей ссорой с товарищем, недавно перенесенным заболеванием, физической или психической нагрузкой и др.;

- отношением к обследованию (негативным или чрезмерно ответственным и др.).

В связи с вышеизложенным, более высокую надежность обеспечивают достаточно продолжительные тесты: задания, многократно повторяемые, дублируемые и в исходном и в несколько повторяющихся обследованиях, а также разностороннее дублирование различными методиками измерений наиболее важных показателей в исследуемых психических и психомоторных процессах, в психических и физических качествах.

В нашем пособии мы не приводим большого количества практических тестов, с ними вы можете познакомиться в многочисленных литературных источниках приведенных ниже, наша задача показать пути наиболее эффективного их использования и предостеречь от возможных ошибок.

## ГЛАВА 3

### ТЕСТИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ

Несомненно, одним из важнейших компонентов является оценка физического состояния спортсмена. Эта информация необходима:

- для определения слабых мест в подготовленности спортсмена,
- для передачи тренеру информации, чтобы выполнить коррекцию в программе тренировки,
- для разработки диеты и приема биологически активных добавок (БАД).

Оценка состояния подготовленности спортсмена проводится в ходе тестирования или в процессе соревнований.

**Тест** – неспецифическое упражнение, выполнение которого тесно связано с основным (соревновательным) упражнением или двигательным качеством. Процедура выполнения теста называется тестированием, результатом которого является численное значение, полученное в ходе измерений. Правильное определение цели тестирования содействует правильному подбору тестов. Как правило, для оценки подготовленности спортсмена используется несколько тестов.

Комплексная оценка подготовленности спортсмена предусматривает оценку:

- специальной физической подготовленности;
- технико-тактической подготовленности;
- психологического состояния и поведения на соревнованиях.

Оценка специальной физической подготовленности складывается из отдельных оценок уровня основных физических качеств: выносливости, силы, быстроты, ловкости и гибкости. При этом основное внимание уделяется ведущим для данной спортивной дисциплины физическим качествам.

Оценка технической подготовленности заключается в оценке количественной и качественной сторон техники действий спортсмена при выполнении соревновательных и тренировочных упражнений. Контроль техники осуществляется визуально и инструментально. Критериями технического мастерства спортсмена являются объем техники (число действий), разносторонность техники (степень разнообразия двигательных действий) и эффективность (спортивный результат). Так, например, в плавании, гребле, лыжном и конькобежном спорте эффективность техники может оцениваться по расстоянию, преодолеваемому за гребок (шаг). В спортивных играх техническую подготовленность можно оценивать по количеству

точных нападающих или защитных действий, приемов из определенного числа попыток. Например, подача мяча (волана) в определенную зону игровой площадки из 5 или 10 попыток; количество реализованных бросков в кольцо с линии штрафного броска из 5 попыток; количество точных передач в волейболе из определенного заранее числа попыток и многое другое; количество эффективно принятых (отраженных) нападающих ударов и т.п. На определенном этапе совершенствования техники движений необходимо контролировать ее освоенность. Стабильность результатов и значений основных биомеханических характеристик упражнения будет свидетельствовать об их освоенности.

Оценка тактической подготовленности – это оценка целесообразности действий спортсмена, направленных на достижение успехов в соревнованиях. Она предусматривает контроль за тактическим мышлением, тактическими действиями.

Оценка психологического состояния – это оценка психической готовности к соревнованиям (настойчивость, упорство, целеустремленность, решительность, самостоятельность, инициативность и т.д.).

Специальную физическую и спортивную подготовленность по избранному виду спорта лучше всего оценивать по разрядным нормам спортивной квалификации, разрядным требованиям. Это позволяет каждому спортсмену сопоставить свои достижения с достижениями других спортсменов и не только в избранном виде спорта, но и во всех других. Спортивная классификация предусматривает систематическое поддержание и повышение приобретаемой спортсменом квалификации. Периодически нормы и требования Единой спортивной классификации усложняются, стимулируют тем самым совершенствование методики тренировки, спортивной техники, тактики и таким образом содействуя росту спортивного мастерства. Следовательно, выполнение норматива, разрядных требований может служить интегральным тестом, мерилом уровня специальной физической подготовки в данном виде спорта.

Однако в процессе спортивной тренировки часто возникает необходимость текущего контроля и самоконтроля состояния спортивной подготовленности, включающей различные ее компоненты. Для самоконтроля пригодны простейшие тесты и контрольные упражнения, не требующие специального оборудования и предварительной подготовки. Кроме того, следует иметь в виду, что оценке при самоконтроле могут быть подвергнуты только отдельные стороны, физические качества, имеющие важное значение в структуре специальной физической подготовки в избранном виде спорта. Так, например, ведущими показателями спортивной подготовленности

сти пловцов являются выносливость, скоростно-силовые характеристики, гибкость в суставах рук и ног, у гимнастов – сила, быстрота, координация, гибкость.

Таким образом, контролируя основные показатели специальной физической подготовки в избранном виде спорта, можно в известной мере судить о спортивной подготовленности в целом.

Ниже представлены методы определения показателей отдельных физических качеств, с помощью которых спортсмен может самостоятельно оценить состояние определенного физического качества или их совокупности.

**Методика самоконтроля физических качеств.** Для самоконтроля общей выносливости рекомендуем доступный 12-минутный тест в беге и плавании, разработанный американским врачом Купером. Во время выполнения теста нужно преодолеть как можно большее расстояние. Желательно тест проводить на беговой дорожке стадиона, в бассейне, где легко рассчитать преодоленную дистанцию.

Студенты, посещающие обязательные учебные занятия по физическому воспитанию, ежегодно весной и осенью сдают контрольные нормативы в беге на 3 км (юноши) и 2 км (девушки), в плавании – 200 м вольным стилем. Результаты учебных нормативов можно использовать в качестве оценки общей выносливости. Для занимающихся самостоятельно можно измерять время пробегания своей традиционной дистанции или ее отрезка.



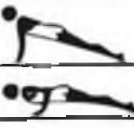


По таблице, приведенной ниже, можно определить оценку уровня подготовленности в соответствии с преодоленной дистанцией и показанным временем.





#### Оценка уровня подготовленности по результатам тестов на выносливость

Оценка уровня подготовленности	12-минутный тест Купера		Бег 3000 м, 2000 м, мин, с	Плавание 200 м, мин, с
	Бег, км	Плавание, м		
<b>Мужчины</b>				
Отлично	Больше 2,8	больше 650	12,00 и меньше	3,15 и меньше
Хорошо	2,5-2,7	550-650	12,00-12,35	3,15-3,40
Удовлетворительно	2,0-2,4	450-550	12,35-13,10	3,40-4,30
Плохо	1,6-1,9	350-450	13,10-13,50	4,30-5,00
Очень плохо	Меньше 1,6	Меньше 350	13,50 и больше	5,00 и больше
<b>Женщины</b>				
Отлично	больше 2,64	больше 550	10,15 и меньше	3,40 и меньше
Хорошо	2,16-2,64	450-550	10,15-10,50	3,40-4,20
Удовлетворительно	1,84-2,15	350-450	10,50-11,15	4,20-5,00
Плохо	1,5-1,84	275-350	11,15-11,50	5,00-5,30
Очень плохо	меньше 1,5	меньше 275	11,50 и больше	5,30 и больше

**Оценка силовых способностей.** В спортивной практике силовые способности оцениваются как с помощью измерительных устройств (динамометров, динамографов, тензометрических силоизмерительных устройств), так и с помощью специальных контрольных упражнений, тестов на силу. Для самоконтроля уровня развития силовых качеств достаточно использовать специальные контрольные упражнения. Их выполнение не требует сложного оборудования и инвентаря, а по содержанию они просты по технике выполнения. Например, подтягивание, отжимание, жим штанги лежа, приседания со штангой и др.

**Примерные нормативы для оценки силовых способностей**

Контрольное упражнение	Оценка				
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Плохо	Очень плохо
	Количество упражнений				
 15 и больше	12-14	9-11	7-8	Меньше 7	
 20 и больше	15-19	10-14	8-9	меньше 8	
 50 и больше	35-49	24-34	16-23	меньше 16	
 28 и больше	23-27	17-22	11-16	меньше 10	
 20 и больше	14-19	10-13	6-9	5 и меньше	

Контрольное упражнение	Оценка				
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Плохо	Очень плохо
Количество упражнений					
Мужчины  66 и больше Женщины	48-65	37-47	26-36	25 и меньше	
 больше 150% собственного веса	50 и больше	41-50	31-40	21-30	20 и меньше
 Мужчины Женщины	60 и больше	48-59	40-47	30-39	29 и меньше
 Женщины	40 и больше	30-39	20-29	11-19	10 и меньше

**Подтягивание на перекладине из виса на прямых руках** считается правильным, если подбородок поднимается выше перекладины, а положение виса фиксируется 1-2 с. Не допускаются рывковые движения ногами. Сгибание и разведение ног ошибкой не считаются. Хват кисти сверху. В спортивной практике в подтягивании женщин (девушек) применяется и. п. виса на перекладине высотой 90 см.

**Сгибание и разгибание рук в упоре лежа (отжимание)** выполняется из и. п. – упор лежа, прямые руки на ширине плеч, ноги опираются на носки, спина выпрямлена. Отжиматься можно, опираясь на ладони, с опорой на кулаках, на пяти, четырех, трех (большом и указательном) пальцах, а также на тыльных сторонах ладони. Женщины (девушки) обычно выполняют сгибание-разгибание рук в упоре на скамейке, степе.

**Поднимание ног к перекладине** можно выполнять самостоятельно, удерживаясь руками за опору или с помощью партнера, удерживающего ваши плечи нажатием рук. И. п. – лежа, ноги прямые, носки оттянуты. Правильным считается поднимание и опускание прямых ног.



**Подъем туловища из положения лежа (пресс).** И. п. – лежа на спине, ноги чуть согнуты в коленных суставах и закреплены, руки за головой в замок. Поднимание туловища и наклон вперед выполняется до касания грудью колен.

**Жим** – силовое упражнение со снарядом (штанга, гантели, гири), выполняемое в два приема: сначала снаряд с опоры берется на грудь, а затем от груди силой выжимается вверх до выпрямления рук. Жим штанги в положении лежа выполняется следующим образом: и. и. – лежа, штанга на стойках, справа и слева от стоек – страховка партнеров; перед началом выполнения жима занимающийся снимает штангу со стоек и держит ее на прямых руках; штанга берется хватом сверху; хват может быть узким (расстояние между руками не ограничивается) или широким (максимально допустимое расстояние – 82 см); по команде «Старт» занимающийся опускает штангу на грудь и ждет сигнала «Жим», после команды «Жим» поднимает штангу вверх до полного выпрямления рук и удерживает это положение до команды «Стойка».

Силу мышц сгибателей-разгибателей кисти можно измерить, используя ручной динамометр. И. п. – стоя, правая (левая) рука вытянута в сторону, левая (правая) – вдоль туловища. Динамометр берется всей кистью и выполняется максимальное сжатие. Поочередно выполняется 2-3 попытки каждой рукой. Засчитывается лучшая попытка сильнейшей руки.

Критериями оценки силовых способностей служат: число подтягиваний, отжиманий; количество подъемов туловища, ног, поднятый вес и т.д.

Оценка скоростных способностей (быстроты двигательной реакции, быстроты движений).

Оценка быстроты движений производится с помощью тестов, двигательных заданий, выполняемых с максимальной скоростью на время:

- варианты челночного бега – 9 м x 5 раз, 10 м x 4 раза;
- бег на короткие дистанции с ходу, со старта, с различных исходных положений;

- сгибание и разгибание рук в упоре лежа в течение 10, 15, 20 с;

- максимально быстрая ходьба в течение 5, 10 с, продвижение, м;

- приседания в течение 10, 15, 20 с;

- бег в упоре с высоким подниманием бедра за 10 с, количество шагов;

- максимальное количество наклонов за 10 с, касаясь пола кончиками пальцев;

- теппинг-тест: для проведения теппинг-теста требуются бумага, карандаш и секундомер. По команде в течение 10 с наносите точки карандашом на бумагу с максимальной частотой движений той рукой, которая быстрее. Подсчитывая точки, ведите карандашом непрерывную линию, чтобы не сбиться.

У студентов с хорошим функциональным состоянием двигательной сферы максимальная частота движений руки составляет 60-70 точек за 10 с.

## Тесты для оценки быстроты

Упражнение	Оценка	Мужчины	Женщины
Челночный бег 9 м x 5 раз	Отлично	11,6	12,6
	Хорошо	11,8	12,8
	Удовлетворительно	12,4	13,3
	Плохо	13,5	13,8
	Очень плохо	13,7	14,1
Бег на 30 м, с	Отлично	4,6	5,5
	Хорошо	4,9	5,8
	Удовлетворительно	5,1	6,1
	Плохо	5,2	6,3
	Очень плохо	5,4	6,5
Стигание и разгибание рук в упоре лежа за 10 с, количество раз	Отлично	16	13
	Хорошо	14	11
	Удовлетворительно	11	8
	Плохо	9	5
	Очень плохо	6	3
Максимально быстрая ходьба, продвижение за 5 с, м	Отлично	23	22
	Хорошо	21	20
	Удовлетворительно	18	18
	Плохо	16	15
	Очень плохо	13	11
Приседание за 10 с, количество раз	Отлично	14	12
	Хорошо	13	11
	Удовлетворительно	11	9
	Плохо	9	7
	Очень плохо	6	4
Бег в упоре с высоким подниманием бедра за 10 с, количество шагов	Отлично	48	46
	Хорошо	42	40
	Удовлетворительно	36	34
	Плохо	30	28
	Очень плохо	27	24




Можно усложнить тест, разделив лист бумаги на четыре части и нанося точки в каждом из квадратов в течение 5 с. Смена квадрата происходит по сигналу без паузы. По истечении 20 с испытание прекращают. Если частота движений от квадрата к квадрату снижается, это указывает на недостаточную функциональную устойчивость двигательной сферы.








**Оценка гибкости.** В спортивной практике на сегодняшний день не существует общепринятых критериев и шкал оценки гибкости. Наиболее часто она оценивается по способности к выполнению наклона туловища вперед без сгибания ног в коленных суставах, при этом измеряется расстояние между кончиками пальцев выпрямленных рук и опорной поверхностью. Выбор данного упражнения связан с тем, что гибкость позвоночника

и подвижность в тазобедренных суставах имеют наибольшее значение для большинства современных видов трудовой деятельности. Кроме того, расстояние между кончиками пальцев и опорной поверхностью можно легко измерить с помощью обычной линейки. В большинстве других контрольных упражнений подвижность определяется по предельным углам сгибания или разгибания сочленяющихся сегментов тела, что создает значительные трудности для неподготовленных людей. Исходя из того, что развивать гибкость и поддерживать ее на достигнутом уровне возможно в любом возрасте и независимо от пола, мы приводим единые для всех возрастных категорий людей шкалы оценки гибкости. Они построены на основе максимальных проявлений подвижности в различных звеньях тела спортсменами.

Основными тестами гибкости являются простые контрольные упражнения: наклоны, «мост», шпагат, приседания и т.д. Тестирование должно проводиться после соответствующей разминки.

### Примерные нормативы для оценки гибкости

Контрольное упражнение	Оценка				
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Плохо	Очень плохо
	+10 и больше	+6 - +9	0 - +5	0-5	-6 и меньше
	Меньше 65	65-75	75-85	85-95	Больше 95
 Захват кистей в замок	Касание пальцев с наложением 3-5 см друг на друга	Касание подушечками пальцев	Разрыв кистей 1-7 см	Разрыв кистей 8 и больше см	

Контрольное упражнение	Оценка				
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Плохо	Очень плохо
	180° и больше	170- 179°	160-169°	145-159°	Меньше 145°
	30°	40"	50°	75°	90°
	50 и меньше	50-60	60-70	70-80	80 и больше
 30 и меньше	30-35	35-40	40-45	45 и больше	
 15 и меньше	15-25	25-35	35-45	45 и больше	
	4 и меньше	5-7	8-10	11-13	14 и больше
 60 и больше	50-59	40-49	30-39	29 и меньше	

Для оценки гибкости позвоночника и подвижности в плечевых, голеностопных и тазобедренных суставах применяются:

- наклон туловища вперед из положения стоя;
- выкрут назад с гимнастической палкой (оценивается по ширине хвата в см);
- захват кистей согнутых рук за спиной;
- вытягивание носков в седе;
- гимнастический мост наклоном назад с прямыми ногами, поперечный мост, продольный мост;
- приседание, не отрывая пятки от пола;
- прогибание туловища назад из положения лежа на груди.

Наклон туловища вперед из положения стоя. Наклон выполняется из и. п. стоя на скамейке, табурете или другом возвышении до предела вперед, не сгибая ног в коленях и опустив руки. Измеряется расстояние от конца среднего пальца кисти до площадки, на которой стоите. Если вы достаете пальцами до площадки (будем считать ее нулевой отметкой), то подвижность позвоночника удовлетворительная. Если при наклоне пальцы будут ниже нулевой отметки, подвижность оценивается как хорошая и ставится знак «плюс» (например, +5 см). Если пальцы не достают до горизонтальной плоскости, то подвижность позвоночника оценивается как недостаточная. В этом случае данные измерения записываются со знаком «минус» (например, -10 см). Аналогично можно оценить подвижность позвоночника при наклонах влево и вправо.

Выкрут назад с гимнастической палкой. И. п. – стоя, палка внизу, хват сверху. Ширина хвата индивидуальна. Выполняется выкрут прямыми руками назад. Рекомендуется постепенно уменьшать ширину хвата во избежание растяжений, разрывов сухожилий, связок, мышц. Ширина хвата оценивается по разметке на гимнастической палке в сантиметрах. Разметка начинается от середины палки с нуля. Показатели справа и слева от нуля суммируются. Эта сумма отражает уровень развития гибкости плечевого пояса.

Захват кистей согнутых рук за спиной. Выполняется в и. и. стоя. Согнутые в локтевых суставах руки заводятся за спину (правый или левый локоть вверх) и выполняется захват кистей. Оценка гибкости осуществляется по уровню захвата кистей – «замок» кистей, касание пальцев, разрыв между кистями (в см).

Вытягивание и сгибание носков ног в седе. Тест выполняется в и. п. сидя, ноги максимально выпрямлены, стопа располагается напротив вертикальной измерительной линейки. При вытягивании или сгибании стопы фиксируется уровень развития гибкости голеностопного сустава по отметке на измерительной линейке.

Гимнастический мост наклоном назад с прямыми ногами. Гимнастический мост выполняется из и. п. стоя медленным наклоном туловища назад до касания руками пола. Ноги при выполнении наклона держать прямыми. Оценка гибкости осуществляется по расстоянию от кистей до пяток.

Поперечный мост и продольный мост. Выполняются из и. п. стоя медленным разведением ног в стороны продольно или поперечно. Оценка гибкости осуществляется по расстоянию от таза до пола.

Приседание. Выполняется из и. п. стоя, руки за головой, спина прямая. Оценка гибкости осуществляется по расстоянию от пола до таза.

Прогибание туловища назад. Выполняется из и. п. лежа на груди, руки вверх прямые. Кисти рук находятся напротив вертикальной измерительной линейки. Прогибание выполняется одновременно с подниманием рук вверх. Положение рук сохранять на уровне линии головы. Результат гибкости оценивается по отметке на измерительной линейке.

Для оценки уровня развития координационных способностей (ловкость, устойчивость равновесия) используют следующие двигательные задания, выполняемые на время и точность движений: бег «змейкой», бег «змейкой» с преодолением препятствий, различные варианты челночного бега, метание мяча в цель с различного расстояния и с различных исходных положений. Кроме того, для оценки координационных способностей можно использовать простые упражнения: расстановка карманных шахмат, манипуляционный тест (надевание шайб на штырьки), ловля падающей линейки, монетки.

Челночный бег. В спортивной практике используется в качестве теста несколько вариантов челночного бега: челночный бег 3x10 м, челночный бег 5x9 м, челночный бег с переноской кубиков за линию старта. Содержание теста заключается в повторном преодолении определенной (короткой) дистанции по линии старт – финиш. Результат теста зависит от скорости преодоления отрезков и быстроты поворотов. Оценка теста осуществляется по времени преодоления дистанции.

Метание мяча. Для теста с метанием можно использовать различные мячи: волейбольный, баскетбольный, теннисный. Расстояние метания, высота цели достаточно вариативны. Результативность теста оценивается по количеству попаданий. Обычно предлагается выполнить 10 попыток.

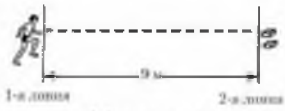
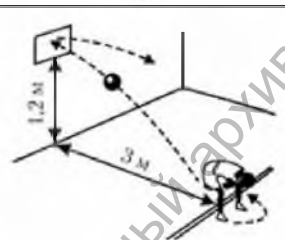
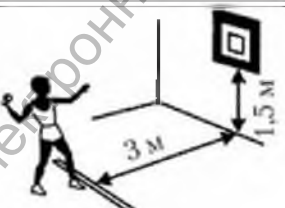
Скакалка. Для оценки координационных способностей и быстроты движений в спортивной практике часто используют прыжки на двух ногах через скакалку в течение 30 с. Более длительное выполнение прыжков будет оценивать скоростную выносливость. Результат теста – количество прыжков за 30 с. Следует отметить, что темп зависит от высоты подскоков. Чем


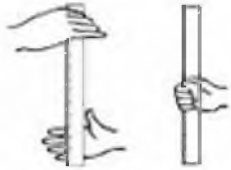



ниже высота, тем больший темп можно развить. Вращение скакалки можно осуществлять от локтевого или лучезапястного сустава. Чтобы правильно подобрать длину скакалки, необходимо, держа ее за ручки, встать двумя ногами по центру. Ручки скакалки должны находиться на уровне подмышек.

Тест с линейкой. Тест выполняется в положении стоя. Сильнейшая рука с разогнутыми пальцами (ребром ладони вниз) вытянута вперед. Партнер устанавливает 40-сантиметровую линейку параллельно ладони обследуемого на расстоянии 1–2 см. Нулевая отметка линейки находится на уровне нижнего края ладони. После команды «внимание» партнер в течение 5 с должен отпустить линейку. Перед обследуемым стоит задача как можно быстрее сжать пальцы в кулак и задержать падающую линейку. Измеряется расстояние в сантиметрах от нижнего края линейки. Предпринимаются 3 попытки, засчитывается лучший результат. Хорошим считается результат 13 см для мужчин и 15 см для женщин.

**Контрольные упражнения  
для оценки уровня развития координационных способностей**

Контрольное упражнение	Оценка				
	5	4	3	2	1
 <p>1-я ладонь      2-я ладонь</p> <p>9 м</p> <p>40 см</p> <p>Мужчины 11,6</p> <p>Женщины 12,6</p>	11,8 12,8	12,4 13,3	13,0 13,8	13,7 14,3	
 <p>1,2 м</p> <p>3 м</p> <p>1,5 м</p>	9-10	7-8	5-6	3-4	1-2
 <p>3 м</p> <p>1,5 м</p>	10	8-9	7-6	5-4	3-1

Контрольное упражнение	Оценка				
	5	4	3	2	1
	80	75-80	70-75	65-70	60 и меньше
	15 13	18 16	21 19	24 22	27 25
	10	8-9	6-7	4-5	1-3

Тест с монетой. Одна рука находится на расстоянии 40 см от другой по вертикали. Рукой сверху монета выпускается, а рукой снизу она ловится. Упражнение выполняется 10 раз. Оценка координационных способностей осуществляется по количеству пойманных монет.

#### **Организация и содержание занятия.**

*Цель работы:* ознакомиться с методикой самооценки специальной физической подготовленности по избранному виду спорта.

*Оборудование:* оборудование и спортивный инвентарь для проведения тестов с целью определения и оценки выносливости, быстроты, силы, гибкости и ловкости, секундомеры, протокол занятий.

#### *Ход занятия.*

1. Преподаватель сообщает цель, задачи, содержание занятия, знакомит с понятиями «спортивная подготовка», «общая и специальная физическая подготовка», «тестирование в спорте».

2. Проводятся тесты для оценки специальной физической подготовленности в соответствии со спортивной специализацией учебной группы. Например, на специализации плавания оценка выносливости, скоростных

и скоростно-силовых качеств; бокс – скоростно-силовых качеств; ориентирование – выносливости, переключения внимания.

Один из подготовленных студентов (знакомый с правилами выполнения теста) выполняет тест. Преподаватель комментирует правильность выполнения теста, фиксирует результат и совместно со студентами обсуждает значение теста. Таким образом, проводятся тесты основных физических качеств специальной физической подготовки по данной спортивной специализации.

3. Результаты проведенных тестов фиксируются в протоколе занятий.

Протокол занятия

Тема: методы самооценки специальной физической и спортивной подготовленности по избранному виду спорта

Студент

Спортивная специализация

Возраст

Физическое качество	Тест	Результат	Оценка
Выносливость	Бег 3 (2) км, мин, с		
	Тест Купера		
Сила	Подтягивание, количество раз		
	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, количество раз		
Быстрота	Поднимание и опускание туловища из положения лежа в положение сидя, количество раз		
	Сгибание и разгибание рук в течение 10 с, количество раз		
	Приседание в течение 10 с, количество раз		
	Тешпинг-тест, количество раз		
Гибкость	Бег 30 м, с		
	Вькрут назад с гимнастической палкой, ширина хвата, см		
	Наклон туловища вперед из положения стоя на скамейке, см		
	Захват кистей согнутых рук за спиной, см		
Координационные способности	Приседание, см		
	Прыжки через скакалку за 30 с		
	Челночный бег 5х9 м, с		
	Метание мяча в цель, количество попаданий		
	Тест с линейкой, см		
	Тест с монеткой, количество раз		

*Домашнее задание:* самостоятельно оценить основные физические качества специальной физической подготовки по избранной специализации. Результаты сопоставить со средними значениями.

В результате данного занятия студенты должны:

- *знать* простейшие тесты и контрольные упражнения для самооценки специальной физической подготовленности по избранному виду спорта;
- *уметь* самостоятельно выбрать необходимые тесты и контрольные задания для оценки специальной и спортивной подготовленности, правильно выполнить и оценить их результаты.

При проведении тестирования следует оценить максимальные силовые возможности основных мышечных групп, долю в них окислительных, промежуточных и гликолитических мышечных волокон (ОМВ, ПМВ, ГМВ), максимальное потребление кислорода мышц (МПК<sub>м</sub> = ПК на анаэробном пороге), максимальное потребление кислорода организма (МПК<sub>р</sub>), потенциально возможное максимальное потребление кислорода, максимальная производительность сердечнососудистой системы (оценивается по максимальному ударному объему сердца). Для получения информации о степени физического развития проводится антропометрическое обследование. Получить общее представление о методах тестирования спортсменов можно по монографии И. Аулика [1], однако, прошло более 20 лет и следует воспользоваться новыми разработками [3].

#### **Методологические основы тестирования спортсменов**

Максимальная сила сокращения мышечной группы может быть оценена различными способами. Наиболее корректно сила измеряется в изометрическом режиме на силоизмерительных установках (например, БИО-ДЕКС). В этом случае измеряется сила (момент в суставе), а оценивается физиологический поперечник (периферический фактор), способность испытуемого рекрутировать все двигательные единицы (ДЕ) (центральный фактор). Действие центрального фактора приводит к появлению случайной ошибки, которая составляет 10%.

Измерение силы в динамическом режиме зависит от тех же факторов – периферического и центрального, а также от мышечной композиции, а именно, доли в мышцах быстрых и медленных мышечных волокнах. С ростом скорости сокращения мышц вклад мышечной композиции в мощность функционирования мышечной группы существенно нарастает. Для оценки максимальной мощности функционирования мышц ног или рук используются велоэргометры, например, фирмы МОНАРК, для ног модель – 894 и для рук модель – 891.

Тест выполняется на пиковом велоэргометре, нагрузка устанавливается в соответствии с уровнем силовой подготовленности. В среднем нагрузка на велоэргометре составляет Сила (Ньютон) =  $0,8 \times (\text{масса тела, кг})$ . Критерием корректности выбора нагрузки является максимальный темп педалирова-

ния. Он должен находиться в пределах 120–140 об/мин. При педалировании с большим темпом у обычных людей наблюдаются проблемы с техникой, но для велосипедистов допускается темп 150–170 об/мин. Оптимальный темп педалирования у велосипедистов в спринте составляет 150 об/мин.

Компьютеризированный пиковый велоэргометр (E-894) позволяет непрерывно измерять мощность, развиваемую испытуемым. В этом случае на 2–3 с появляются максимальные величины мощности, на 5–7 с теста наблюдается максимальный темп педалирования и в этот момент фиксируется максимальная динамическая мощность. В этот момент источником энергии в мышцах являются молекулы АТФ и КрФ, которые необходимы для ресинтеза молекул АТФ, поэтому принято считать, что производится оценка максимальной алактатной мощности МАлМ. Измеряется она в ваттах или Вт/кг массы тела.

МАлМ зависит от физиологического поперечника активных мышц, степени рекрутирования ДЕ, мышечной композиции и техники педалирования (педалировать надо сидя на седле). В случае повторного тестирования влияние мышечной композиции перестает быть фактором, влияющим на результат тестирования, поскольку мышечная композиция по миозиновой АТФ-азе наследуется, т.е. не изменяется. Следовательно, все изменения в МАлМ будут связаны с изменением силовой подготовленности. Косвенно мышечную композицию можно оценить по отношению МАлМ/ (площади поперечного сечения бедра с учетом вклада жира в обхват бедра). Удельную мощность ( $M_{уд}$ ) можно вычислить следующим образом:

$$M_{уд} = \text{МАлМ} / (\text{площадь}) = \text{МАлМ} / (3,14 \times R^2)$$

Так как  $R$  без жира и кожи вычисляется через обхват, то

$$R_{бж} = C_p / (2 \times 3,14) - (КЖС/2 - 1) \times 0,1, M_{уд} = \text{МАлМ} / (3,14 \times R_{бж}^2),$$

где  $C_p$  – обхват (для ног – бедра, для рук – плеча).

Для ног оценка 3–4 Вт/см<sup>2</sup> соответствует композиции 50/50, для рук оценка 8–9 Вт/см<sup>2</sup> соответствует композиции 50/50.

Большая величина соответствует быстрым мышцам, а меньшая – медленным.

Максимальное потребление кислорода мышц в данном упражнении определяется по потреблению кислорода на уровне анаэробного порога (МПК<sub>м</sub> = ПК<sub>анп</sub>).

МПК<sub>м</sub> можно оценить при выполнении ступенчатого теста на велоэргометре модели 828 для ног и 891 для рук. При тестировании ног на велоэргометре начальная нагрузка устанавливается 5 Н, далее каждые 2 минуты нагрузка увеличивается на 5 Н. Темп педалирования при тестировании спортсменов должен быть 75 об/мин. При тестировании велосипедистов темп рекомендуется 90 об/мин.

Важное значение имеет выбор длительности выполнения ступеньки на стандартной мощности. В 60–70-е годы считалось, что аэробные процессы разворачиваются в организме медленно – 3–5 минуты, поэтому рекомендовали длительность ступеньки в этих пределах. Исследования показали, что аэробные процессы разворачиваются значительно быстрее. На 45–60 с функционирования с заданной мощностью быстрая фаза роста потребления кислорода заканчивается. В связи с этим имеет право на внедрение и варианты тестирования с длительностью каждой ступеньки по одной минуте. В этом случае длительность тестирования составляет 8–10 минут, в противном случае 30–40 минут. Очевидно, что увеличение длительности тестирования приводит к перегреву организма, предъявляет особые требования к психике спортсмена, замедляет процесс тестирования группы спортсменов.

При выполнении ступенчатого теста с помощью газоанализатора регистрируют скорости потребления кислорода, выделения углекислого газа, легочной вентиляции, частота сердечных сокращений, вычисляется дыхательный коэффициент, практикуется взятие проб крови из пальца или мочки уха для определения концентрации лактата в капиллярной крови.

Пока рекрутируются окислительные МВ субстратом окисления являются жирные кислоты. Поэтому дыхательный коэффициент находится в пределах 0,7–0,8, а концентрация лактата не изменяется и остается в пределах 1–2 мМ/л. Ускорение на графике «скорость легочной вентиляции – мощность» совпадает с моментом начала роста концентрации лактата в капиллярной крови. Этому моменту соответствует рекрутирование почти всех ОМВ в активных мышцах. Это явление получило название – первый вентиляционный порог или аэробный порог.

В зарубежной литературе начало прироста концентрации лактата в крови понимается как переход от аэробных процессов в организме испытуемого к анаэробным, поэтому определяется как анаэробный (лактатный) порог. Представление об организме как о черном ящике (пробирке), в котором разворачиваются биоэнергетические процессы давно устарело (лет на 30). Такая модель полностью пренебрегает физиологическими законами, в частности «правилом рекрутирования двигательных единиц (мышечных волокон)». В то же время по интегрированной электромиографической активности мышц можно определять электромиографические аэробный и анаэробный пороги [3].

Адекватной, реальной ситуации (описание физиологических процессов в ступенчатом тесте), является модель (функциональная система, по К. Анохину), которая включает мышцу (состоящую из ОМВ, ПМВ и ГМВ), сердечнососудистую и дыхательную системы, кровь и ЦНС. С помощью этой



модели можно объяснить причину возникновения на кривой «скорость легочной вентиляции – мощность» второго перелома (ускорения).

После преодоления аэробного вентиляционного порога начинают рекрутироваться промежуточные мышечные волокна. ПМВ характеризуются тем, что в них одновременно ресинтез молекул АТФ и КрФ идет за счет окислительного фосфорилирования (митохондрий) и анаэробного гликолиза, поскольку масса митохондрий недостаточна для полной переработки образующегося пирувата. Накопление в них лактата и ионов водорода, выход их в кровь и соседние ОМВ приводит к постепенному ингибированию липолиза в ОМВ. В результате в крови растет концентрация углекислого газа, как в результате функционирования митохондрий, так и при взаимодействии ионов водорода с буферными основаниями крови. В крови связанный углекислый газ становится свободным, его еще называют эксцессом (избыточным). Повышение концентрации углекислого газа в крови активизирует сосудодвигательный и дыхательный центры в продолговатом мозге, а также хеморецепторы каротидного синуса. Поэтому ускоряется ЧСС и минутный объем вентиляции. Митохондрии ОМВ и ПМВ имеют предел работоспособности, а именно, использования молекул кислорода для окислительного фосфорилирования, поэтому рекрутирование ГМВ приводит к быстрому накоплению молочной кислоты в крови и ускорению дыхания. В этот момент фиксируется второй вентиляционный порог. Исследования показывают, что в этот момент концентрация лактата в крови достигает 4 мМ/л. Этот момент также соответствует физиологическим условиям, при которых спортсмен может выполнять заданную мощность без роста концентрации лактата в крови (OBLA).

Субъективное ощущение испытуемого в момент наступления АНП характеризуются предельно глубоким дыханием и, несмотря на рост частоты дыхания, ощущается недостаток воздуха. Поэтому психическое напряжение возрастает, чем больше в мышцах остается нерекрутированных ГМВ, тем дольше может работать испытуемый, тем большая концентрация лактата накапливается в крови. После исчерпания резерва МВ растущую мощность невозможно поддерживать. В этот момент фиксируется падение реальной мощности и тест заканчивается. Достигнутое потребление кислорода определяется как реальное максимальное потребление кислорода в данном тесте. Оно состоит из нескольких составляющих:

$$\text{МПКр} = \text{МПКм} + \text{ПКдм} + \text{ПКс} + \text{ПКо},$$

где МПКм – потребление кислорода на уровне АНП; ПКдм – потребление кислорода дыхательными мышцами (диафрагма, межреберные и др.), зависит как кубическая степень от скорости легочной вентиляции. При легочной вентиляции 200 л/мин потребление кислорода дыхательными мышцами

превышает 2 л/мин; ПКс – потребление кислорода миокардом не превышает 0,5 л/мин при ЧСС более 190 об/мин; ПКо – потребление кислорода другими органами (не активными мышцами) не превышает 0,3 л/мин.

Механическая мощность обеспечивается работой мышц, поэтому информативным показателем, коррелирующим со спортивными результатами в циклических видах спорта является МПКм (ПК АнП). Увеличение отношения МПКм/МПКр свидетельствует о перестройке мышечной композиции, увеличивается доля ОМВ и ПМВ. При достижении этого отношения 80–90% степень закисления крови существенно снижается. Так, у выдающихся велосипедистов Меркса, Индурайна, Арстронга на пике спортивной формы при выходе на МПКр ЧСС достигает 190–196 уд/мин, а степень закисления крови не превышает 5–6 мм/л.

При низком отношении МПКм/МПКр – менее 50%, степень закисления при достижении МПК становится столь большой и даже может приближаться к смертельно опасной. Особенно возрастает риск несчастного случая при нарушении в работе миокарда, экстрасистолия, блокада проводящих путей. У многих опытных спортсменов наблюдаются признаки спортивного сердца, поэтому риск несчастного случая при прохождении тестирования возрастает. Для снижения риска несчастного случая не следует выводить спортсменов на уровень реального МПК. Достаточно преодолеть уровень мощности АнП, а МПКр определять графически или математически в момент достижения ЧСС 190 уд/мин, поскольку именно в этот момент достигается максимальный минутный объем крови (МОК). В противном случае в помещении, проведения тестирования, должна находиться реанимационная бригада.

Мышечная композиция по ферментам митохондрий может быть определена по данным МАлМ и мощности на уровне АэП и АнП. Для обеспечения равенства механизмов энергообеспечения мощности на уровне АэП и АнП надо увеличить в 2 раза. В этом случае рассматривается мощность работы ОМВ, ПМВ и ГМВ в алактатном режиме энергообеспечения.

Производительность сердечнососудистой системы следует оценивать по максимальному ударному объему сердца, поскольку максимально возможный минутный объем кровообращения вычисляется умножением УОС на пульс 190 уд/мин.

Минутный объем кровообращения может быть определен по Фику:

$$Q = V(O_2) / (CO_{2\text{art}} - CO_{2\text{ven}}),$$

где Q – минутный объем кровообращения,  $V(O_2)$  – потребление кислорода в минуту,  $CO_{2\text{art}}$  и  $CO_{2\text{ven}}$  – содержание кислорода в артериальной и венозной крови соответственно. Поскольку  $Q=SV \times HR$ , то можно записать:

$$SV = V(O_2) / (CO_{2\text{art}} - CO_{2\text{ven}}) / HR = V(O_2) / dCO_2 / HR. \quad (1)$$

По мере роста ЧСС степень поглощения кислорода мышцами растет, и достигает предельного значения при достижении максимального пульса. В практике можно принять, что максимальный минутный объем кровообращения наблюдается при ЧСС 190 уд/мин. Эту зависимость можно представить в виде гиперболической функции:

$$dCO_2 = 50 \times ((HR / HR_{max}) \times 0,2 - 0,69). \quad (2)$$

Потребление кислорода связано с механической мощностью педалирования на велоэргометре практически линейной зависимостью, поскольку коэффициент полезного действия (КПД) составляет 22–24%. В этом случае на 74–78 Вт приходится один литр потребления кислорода. Подставим эти зависимости (2) в уравнение (1):

$$W / 75 = SV \times HR \times 50 \times ((HR / 190) \times 0,2 - 0,69); \quad (3)$$

$$SV = (W + W_{in}) / HR \times k \times ((HR / 190) \times 0,2 - 0,69). \quad (4)$$

В случае покоя, когда внешняя мощность равна нулю, а метаболизм на уровне покоя связан с массой тела ( $M_b$ ), то к внешней мощности следует добавить внутреннюю мощность:

$$W_{in} = 0,3 \times M_b$$

Таким образом, ударный объем сердца определяется с помощью уравнения:

$$SV = (W + 0,3 \times M_b) \times 100 / (HR \times 3,75 \times ((HR / 190) \times 0,2 - 0,69))$$

Это уравнение корректно оценивает УОС только до мощности АнП. После мощности АнП, потребление кислорода растет за счет интенсификации работы дыхательной мускулатуры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексанянц, Г.Д.* Принципы оценки функционального состояния организма спортсменов в системе медицинского обеспечения детского и юношеского спорта: автореф. дисс. ... доктора мед. наук / Г.Д. Алексанянц. – Краснодар, 2000.
2. *Аулик, И.В.* Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И.В. Аулик. – М.: Медицина, 1990. – 115 с.
3. *Айзенк, Г.Ю.* Проверьте свои способности / Г.Ю. Айзенк. – М., 1972.
4. Если хочешь быть здоров: сборник / сост. А.А. Исаев. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 352 с.
5. *Волков, В.М.* Резервы спортсмена: метод. пособие / В.М. Волков, А.А. Семкин; Гос. ком. РБ по физ. культуре и спорту, Респ. методический каб. по физической культуре и спорту. – Минск: ИПП Госэкономплана РБ, 1993. – С. 92.
6. *Вяткин, Б.А.* Роль темперамента в спортивной деятельности / Б.А. Вяткин. – М., 1978.
7. *Ильин, Е.П.* Психофизиология физического воспитания / Е.П. Ильин. – М., 1980.
8. *Родионов, А.В.* Психодиагностика спортивных способностей / А.В. Родионов. – М., 1973.
9. Спортивная медицина: учеб. для ин-тов физ. культ. / под ред. В.Л. Карпмана. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 304 с.
10. Лечебная физическая культура (кинезотерапия): учебник для студентов вузов / под ред. В.И. Дубровского. – М.: Гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 1998. – 608 с., ил.
11. *Захаров, Е.Н.* и др. Энциклопедия физической подготовки. – М.: Лептос, 1994. – 368 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ГЛАВА 1. <b>ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ</b> .....	5
1.1. Особенности аппарата кровообращения у спортсменов .....	5
1.2. Особенности функциональной диагностики в спорте .....	9
1.3. Оценка типов реакций ССС на физическую нагрузку .....	15
1.4. Основные функциональные пробы с физическими нагрузками ...	18
ГЛАВА 2. <b>ПСИХОДИАГНОСТИКА</b> .....	44
ГЛАВА 3. <b>ТЕСТИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ</b> .....	56
ЛИТЕРАТУРА .....	76