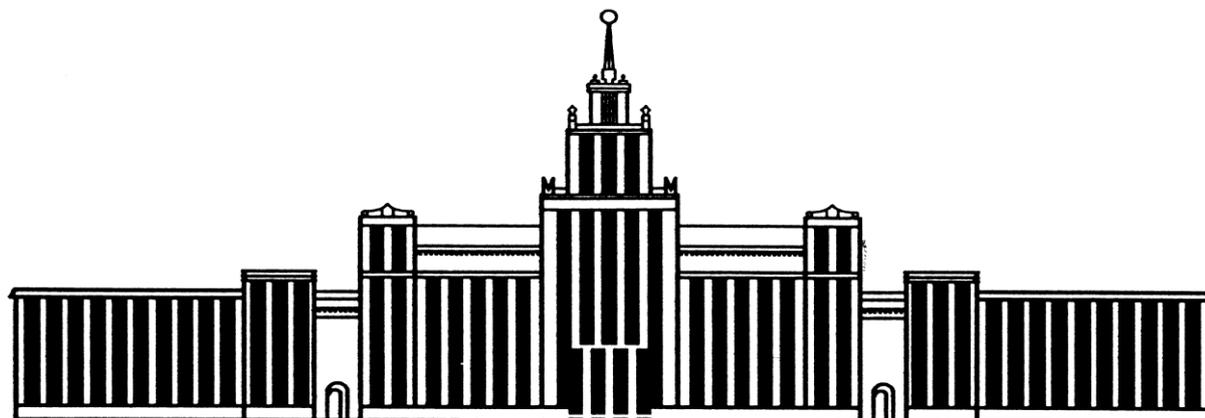

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Ч51.я7
Б287

А.Э. Батуева

**НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СПОРТЕ
И ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ**

Учебное пособие

Челябинск
2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет
Институт спорта, туризма и сервиса
Кафедра «Спортивное совершенствование»

Ч51.я7
Б287

А. Э. Батуева

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СПОРТЕ И ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ

Учебное пособие

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2020

ББК Ч514.я7 + Ч25.я7
Б287

*Одобрено
учебно-методической комиссией
Института спорта, туризма и сервиса*

*Рецензенты:
заведующий кафедрой Физической культуры
Южно-Уральского государственного медицинского университета
д.б.н., профессор В.А. Колупаев;
заведующий кафедрой теории и методики спортивных игр
Уральского государственного университета физической культуры
к.п.н., профессор В.Н. Олефиренко*

Батуева, А.Э.

Б287 Научные исследования в спорте и физической культуре: учебное пособие / А.Э. Батуева. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 119 с.

Учебное пособие освещает понятийный аппарат и основы методологии в сфере научных исследований. Кроме того, в пособие включены методики исследования, которые используются в физической культуре и спорте.

Данное учебное пособие подготовлено для бакалавров, обучающихся по направлению «Физическая культура», «Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура)», для магистрантов по программе «Физическая культура».

ББК Ч514.я7 + Ч25.я7

© Издательский центр ЮУрГУ, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Наука, научное познание, ненаучное знание	5
2. Теория функциональных систем П.К.Анохина.....	13
3. Классификация наук	18
4. Основы методологии науки	23
5. Методы исследования в физической культуре и спорте.....	26
5.1. Анализ ретроспективной информации.....	26
5.2. Педагогическое наблюдение	29
5.3. Эксперимент.....	33
6. Медико-педагогические методы исследования	42
6.1. Соматоскопия (Визуальный осмотр)	42
6.2. Соматометрия (Антропометрия)	46
6.3. Метод индексов	52
6.4. Функциональные методы исследования.....	55
6.5. Классификация функциональных проб	56
6.6. Функциональные пробы для оценки состояния сердечно- сосудистой системы	57
6.7. Исследование физической работоспособности	65
6.8. Методики исследования дыхательной системы	70
6.9. Измерение суточных энерготрат	75
6.10. Методики исследования нервной системы	80
6.11. Исследование психологического состояния	90
6.12. Биохимические исследования в спорте	94
6.13. Тестирование физической подготовленности.....	95
7. Непараметрические методы математической статистики	104
Заключение	111
Приложения	112
Библиографический список.....	119

ВВЕДЕНИЕ

Данное учебное пособие включает основную информацию материала дисциплины «Научно-исследовательская работа» для бакалавров по направлению «Физическая культура», «Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура)», и дисциплины «Научные исследования в спорте» для магистров по программе «Физическая культура (Технология спортивной подготовки)».

Целью изучения дисциплины «Научные исследования в спорте и физической культуре» является формирование у студентов комплекса знаний в области осуществления будущими специалистами грамотного подхода при изучении влияния спортивно-тренировочного процесса на организм спортсменов и физкультурников. Задачами данной дисциплины являются освоение методологии научного исследования, анализа ретроспективной информации, методов проведения педагогического наблюдения, эксперимента, методик тестирования разных систем организма, изучение непараметрических методов математической статистики.

Эти знания помогут бакалаврам и магистрантам с одной стороны, методично организовать и провести исследование, результаты которого станут основой выпускной квалификационной работы. С другой стороны, информация, полученная при изучении данной дисциплины, поможет им в будущей профессиональной деятельности: умение тестировать функциональное состояние организма подопечных спортсменов и лиц, занимающихся физической культурой, означает возможность контролировать и грамотно планировать проводимый спортивно-тренировочный процесс.

Кроме того, овладение материалом дисциплины «Научные исследования в спорте» будет способствовать раннему выявлению предпатологических изменений в организме спортсменов и лиц, занимающихся физической культурой. Все эти знания и умения в совокупности внесут свой вклад в основу высокого профессионализма наших выпускников.

1. НАУКА, НАУЧНОЕ ПОЗНАНИЕ, НЕНАУЧНОЕ ЗНАНИЕ

Основной формой познавательной деятельности, главным ее «носителем» является наука. До Нового времени не было условий для формирования науки как системы знания, своеобразного духовного феномена и социального института. До этого существовали лишь элементы, предпосылки науки, но не сама наука как указанное триединство. Как целостная органическая система трех названных своих сторон, она возникла в Новое время, в XVI–XVII вв., в эпоху становления капиталистического способа производства. С этого времени наука начинает развиваться относительно самостоятельно. Однако она постоянно связана с практикой, получает от нее импульсы для своего развития и в свою очередь воздействует на ход практической деятельности, опредмечивается, материализуется в ней. Превращаясь в непосредственную производительную силу, наука приобретает важное социальное значение, способствует развитию самого человека.

Наука – это форма духовной и творческой деятельности людей, направленная на производство знаний о природе, обществе и о самом познании, имеющая непосредственной целью постижение истины и открытие объективных законов.

Отражая мир в его материальности, наука образует единую, взаимосвязанную, развивающуюся систему знаний о его законах. Вместе с тем она разделяется на множество отраслей знания (частных наук), которые различаются между собой тем, какую сторону действительности, форму движения материи они изучают. По предмету и методу познания можно выделить науки о природе – естествознание; обществе – обществознание (гуманитарные, социальные науки); познании и мышлении – логика, гносеология, диалектика. Отдельную группу составляют технические науки. Очень своеобразной наукой является современная математика.

Исследователи выделяют четыре социальных функции науки:

1. Познавательная. Заключается в познании мира, его законов и явлений.
2. Образовательная. Заключается не только в обучении, но и в социальной мотивации, выработке ценностей.
3. Культурная. Наука является общественным достоянием и ключевым элементом человеческой культуры.
4. Практическая. Функция производства материальных и социальных благ, а также применения знаний на практике.

Признаки науки

Первым признаком науки является целостность и системность научных знаний, что является несомненным отличием от обыденного сознания.

Второй – открытость, или, иными словами, неполнота научного знания, то есть его уточняемость и дополняемость в процессе появления новых фактов.

Третий – включает в себя стремление объяснить положения, используя факты и логически непротиворечивый способ.

Критичность по отношению к знаниям является четвертым признаком науки.

Пятый – это возможность воспроизводить научное знание при соответствующих условиях в абсолютно любом месте и вне зависимости от времени.

Шестой и седьмой признаки науки – отсутствие зависимости научных знаний от личных особенностей ученого и наличие своего языка, аппаратуры, метода соответственно

Основные особенности научного познания:

1. Основная задача научного познания – обнаружение объективных законов действительности: природных, социальных (общественных), законов самого познания, мышления и др. Отсюда ориентация исследования главным образом на общие, существенные свойства предмета, его необходимые характеристики и их выражение в системе абстракций, в форме идеализированных объектов.

2. Непосредственная цель и высшая ценность научного познания – объективная истина, постигаемая преимущественно рациональными средствами и методами, но, разумеется, не без участия живого созерцания и вне-рациональных средств. Отсюда характерная черта научного познания – объективность. Однако надо иметь в виду, что активность субъекта – важнейшее условие и предпосылка научного познания.

3. Наука в большей мере, чем другие формы познания, ориентирована на то, чтобы быть воплощенной в практике, быть «руководством к действию» по изменению окружающей действительности и управлению реальными процессами. Жизненный смысл научного изыскания может быть выражен формулой: «Знать, чтобы предвидеть, предвидеть, чтобы практически действовать», и не только в настоящем, но и в будущем.

4. Научное познание есть сложный противоречивый процесс воспроизводства знаний, образующих целостную развивающуюся систему понятий, теорий, гипотез, законов и других идеальных форм, закрепленных в языке – естественном или, что более характерно, – искусственном (математическая символика, химические формулы).

5. В процессе научного познания применяются такие специфические материальные средства, как приборы, инструменты, другое так называемое «научное оборудование». Кроме того, для науки в большей мере, чем для других форм познания, характерно использование для исследования своих объектов и самой себя таких идеальных (духовных) средств и методов, как современная формальная логика, диалектика, системный, кибернетический, синергический и другие общенаучные приемы и методы.

6. Для научного познания характерны строгая доказательность, обоснованность полученных результатов, достоверность выводов. Вместе с тем здесь немало гипотез, догадок, предположений, вероятностных суждений и т.п.

7. Для науки характерна постоянная методологическая рефлексия. Это означает, что в ней изучение объектов, выявление их специфики, свойств и связей всегда в той или иной мере сопровождается осознанием самих исследовательских процедур, т.е. изучение используемых при этом методов, средств и приемов, при помощи которых познаются данные объекты.

В современной методологии выделяют различные уровни критериев научности, относя к ним, кроме названных, такие, как внутренняя системность знания, его формальная непротиворечивость, открытость для критики, свобода от предвзятости, строгость и т.д. В других формах познания рассмотренные критерии могут иметь место (в разной мере), но там они не являются определяющими.

Критерии научности следующие:

1. Объективность, или принцип объективности. Научное знание связано с раскрытием природных объектов, взятых «самих по себе», как «вещи в себе» (не в кантовском понимании, а как еще не познанных, но познаваемых). При этом происходит отвлечение и от интересов индивида, и от всего сверхприродного. Природу требуется познать из нее самой, она признается в этом смысле самодостаточной; предметы и их отношения тоже должны быть познаны такими, какими они есть, без всяких посторонних прибавлений, т.е. без привнесения в них чего-либо субъективного или сверхприродного.

2. Рациональность, рационалистическая обоснованность, доказательность. Как отмечают некоторые исследователи, обыденное знание носит, помимо прочего, ссылочный характер, опирается на «мнения», «авторитет»; в научном же знании не просто что-то сообщается, а приводятся необходимые основания, по которым это содержание истинно; здесь действует принцип достаточного основания. Принцип достаточного основания гласит: «Ни одно явление не может оказаться истинным или действительным, ни одно утверждение – справедливым без достаточного основания, почему именно дело обстоит так, а не иначе»; судьей в вопросах истины становится разум, а способом ее достижения – критичность и рациональные принципы познания.

3. Эссенциалистская направленность, т.е. нацеленность на воспроизведение сущности, закономерностей объекта (отражение повторяющихся, но несущественных свойств объекта тоже подчинено этой цели).

4. Особая организация, особая системность знания; не просто упорядоченность, как в обыденном знании, а упорядоченность по осознанным принципам; упорядоченность в форме теории и развернутого теоретического понятия.

5. Проверяемость; здесь и обращение к научному наблюдению, к практике, и испытание логикой, логическим путем; научная истина характеризует знания, которые в принципе проверяемы и, в конечном счете, оказываются подтвержденными. Проверимость научных истин, их воспроизво-

димось через практику придает им свойство общезначимости (и в этом смысле «интерсубъективности»).

б. Общезначимость сама по себе не есть критериальный признак истинности того или иного положения. Тот факт, что большинство проголосует за какое-то положение, вовсе не означает, что оно истинно. Основным критерий истины иной. Истинность не вытекает из общезначимости, а наоборот, истинность требует общезначимости и обеспечивает ее.

Все отмеченные критерии научности применимы к части содержания философского знания, особенно к онтологии (философии природы), гносеологии (эпистемологии) и методологии научного познания, что можно обнаружить фактически во всех философских системах, имеющих соответствующую проблематику.

Научное познание – *высший уровень* логического мышления. Оно направлено на изучение глубоких сторон сущности мира и человека, законов действительности. *Выражением* научного познания является научное открытие – обнаружение неизвестных ранее существенных свойств, явлений, законов или закономерностей.

Научное познание имеет *2 уровня: эмпирический и теоретический*.

1. Эмпирический уровень связан с предметом научного исследования и включает *2 компонента: чувственный опыт* (ощущения, восприятия, представления) *и их первичное теоретическое осмысление*, первичную понятийную обработку.

Эмпирическое познание использует *2 основные формы изучений – наблюдение и эксперимент*. Основной единицей эмпирического знания выступает *знание научного факта*. Наблюдение и эксперимент – 2 источника этого знания.

Наблюдение – это целенаправленное и организованное чувственное познание действительности (*пассивное* собирание фактов). Оно может быть *свободным*, производиться лишь с помощью человеческих органов чувств, и *приборным*, осуществляться с помощью приборов.

Эксперимент – изучение предметов посредством их целенаправленного изменения (*активное* вмешательство в объективные процессы с целью изучения поведения объекта в результате его изменения).

Источником научного знания являются факты. Факт – это зафиксированное нашим сознанием реальное событие или явление.

2. Теоретический уровень заключается в дальнейшей обработке эмпирического материала, в выведении новых понятий, идей, концепций.

Научное познание – это процесс получения нового, объективного, истинного знания, направленного на отражение закономерностей действительности. Научное познание имеет *три основных формы: проблема, гипотеза, теория*.

1. Проблема – научный вопрос. Вопрос представляет собой вопросительное суждение, возникает только на уровне логического познания. От обыден-

ных вопросов проблема отличается своим предметом – это есть *вопрос о сложных свойствах, явлениях, о законах действительности*, для познания которых необходимы специальные научные средства познания – научная система понятий, методика исследования, техническое оснащение и т.д.

Проблема имеет свою структуру: предварительное, *частичное знание* о предмете и определенной наукой *незнание*, выражающее основным направлением познавательной деятельности. *Проблема – противоречивое единство знания и знания о незнании.*

2. Гипотеза – предположительное решение проблемы. Ни одна научная проблема не может получить немедленное решение, она требует длительного поиска такого решения, выдвижения гипотез как различных вариантов решения. Одним из важнейших свойств гипотезы является ее *множественность*: каждая проблема науки вызывает появление целого ряда гипотез, из которых выбираются наиболее вероятные, пока не производится окончательный выбор одной из них или их синтез.

3. Теория – высшая форма научного познания и система понятий, описывающая и объясняющая отдельную область действительности. Теория включает свои теоретические *основания* (принципы, постулаты, основной идеи), *логику, структуру, методы и методiku, эмпирическую базу*. Важными частями теории выступают ее описательная и объяснительная части. Описание – характеристика соответствующей области действительности. Объяснение отвечает на вопрос, почему действительность такова, какова она есть?

Научное познание имеет методы исследования – способы познания, подходы к действительности: *наиболее общий метод*, разрабатываемый философией, *общенаучные методы, специфические частные методы* отдельных наук.

1. Человеческое познание должно учитывать всеобщие свойства, формы, законы действительности, мира и человека, т.е. должно опираться на всеобщий метод познания. В современной науке это диалектико-материалистический метод.

2. К общенаучным методам относятся: *обобщение и абстрагирование, анализ и синтез, индукция и дедукция.*

Обобщение – процесс выделения общего из единичного. Логическое обобщение опирается на полученное на уровне представления и далее выделяет все более существенные признаки.

Абстрагирование – процесс отвлечения существенных признаков вещей и явлений от несущественных. Все человеческие понятия выступают поэтому, как абстракции, отображающие существенные признаки вещей.

Анализ – мысленное расчленение целого на части.

Синтез – мысленное объединение частей в единое целое. Анализ и синтез – противоположные мыслительные процессы. Однако ведущим оказы-

вается анализ, поскольку он направлен на обнаружение различий и противоречий.

Индукция – движение мысли от единичного к общему.

Дедукция – движение мысли от общего к единичному.

3. Каждая наука обладает также своими специфическими методами, которые вытекают из ее основных теоретических установок.

Истина

1. Истина есть процесс, а не некий одноразовый акт постижения объекта сразу в полном объеме.

Истина едина, но в ней выделяются объективный, абсолютный и относительный аспекты, которые можно рассматривать и как относительно самостоятельные истины.

Объективная истина – то такое содержание знания, которое не зависит ни от человека, ни от человечества.

Абсолютная истина – это исчерпывающее достоверное знание о природе, человеке и обществе; знание, которое никогда не может быть опровергнуто.

Относительная истина – это неполное, неточное знание, соответствующее определенному уровню развития общества, который обуславливает способы получения этого знания; это знание, зависящее от определенных условий, места и времени его получения.

Разница между абсолютной и относительной истинами (или абсолютным и относительным в объективной истине) в степени точности и полноты отражения действительности. Истина всегда конкретна, она всегда связана с определенным местом, временем и обстоятельствами.

Не все в нашей жизни поддается оценке с точки зрения истины или заблуждения (лжи). Так, можно говорить о разных оценках исторических событий, альтернативных трактовках произведений искусства и т.п.

2. Истина – это знание, соответствующее своему предмету, совпадающее с ним.

Объективная истина – такое содержание знания, которое не зависит ни от человека, ни от человечества	
Абсолютная истина	Относительная истина
исчерпывающее достоверное знание о природе, человеке и обществе; знания, которые никогда не могут быть опровергнуты.	неполное, неточное знание, соответствующее определенному уровню развития общества, который обуславливает способы получения знания; знания, зависящие от определенных условий, места и времени их получения.
Истина конкретна – связана с определенным местом, временем, обстоятельствами	

3. Критерии истины – то, что удостоверяет истину и позволяет отличить ее от заблуждения:

- 1) соответствие законам логики;
- 2) соответствие ранее открытым законам науки;
- 3) соответствие фундаментальным законам;
- 4) простота, экономичность формулы;
- 5) парадоксальность идеи;
- 6) практика.

Практика – целостная органическая система активной материальной деятельности людей, направленная на преобразование реальной действительности, осуществляющаяся в определенном социо-культурном контексте.

Формы практики:

- 1) материальное производство (труд, преобразование природы);
- 2) социальное действие (революции, реформы, войны и т.д.);
- 3) научный эксперимент.

Функции практики:

1) источник познания (практическими потребностями были вызваны к жизни существующие ныне науки.);

2) основа познания (человек не просто наблюдает или созерцает окружающий мир, но в процессе своей жизнедеятельности преобразует его);

3) цель познания (человек для того и познает окружающий мир, раскрывает законы его развития, чтобы использовать результаты познания в своей практической деятельности);

4) критерий истины (пока какое-то положение, высказанное в виде теории, концепции, простого умозаключения, не будет проверено на опыте, не претворится в практике, оно останется всего лишь гипотезой (предположением)).

Между тем практика одновременно определена и неопределена, абсолютна и относительна. Абсолютна в том смысле, что только развивающаяся практика может окончательно доказать какие-либо теоретические или иные положения. В то же время данный критерий относителен, так как сама практика развивается, совершенствуется и поэтому не может тотчас и полностью доказать те или иные выводы, полученные в процессе познания. Поэтому в философии выдвигается идея взаимодополняемости: ведущий критерий истины – практика, которая включает материальное производство, накопленный опыт, эксперимент, – дополняется требованиями логической согласованности и во многих случаях практической полезностью тех или иных знаний.

Вненаучное знание. Кроме научного, существуют и другие формы знания и познания, которые не укладываются в вышеперечисленные критерии научности. О некоторых из них уже ранее шла речь – обыденное, философское, религиозное, художественно-образное, игровое и мифологическое познание. Кроме того, к вненаучным формам познания (псевдонауке)

относят также магию, алхимию, астрологию, парапсихологию, мистическое и эзотерическое познание, так называемые «окультурные науки» и т.п. А это значит, что теория познания не может ограничиваться анализом только научного знания, а должна исследовать и все другие его многообразные формы, выходящие за пределы науки и критериев научного знания.

В современной теоретико-методологической литературе (Т. Г. Лешкевич, Л. А. Мирская и др.) определяют следующие формы вненаучного знания:

1. Ненаучное, понимаемое как разрозненное, несистематизированное знание, которое не формализуется и не описывается законами, находится в противоречии с существующей научной картиной мира.

2. Донаучное, выступающее прототипом, предпосылочной базой научного. Практически-обыденное сознание получает обоснование из повседневного опыта, из некоторых индуктивно установленных рецептурных правил, которые не обладают необходимой доказательной силой, не имеют строгой принудительности, логической демонстративности.

3. Паранаучное как не совместимое с имеющимся гносеологическим стандартом. Широкий класс паранормального (от греч. пара – около, при) знания включает в себя учения о тайных природных и психических силах и отношениях, скрывающихся за обычными явлениями.

4. Лженаука (псевдонаука) как сознательно эксплуатирующая домыслы и предрассудки. Лженаука представляет собой ошибочное знание, – это вид деятельности, изображающий научную деятельность, но ею не являющийся. Псевдонаука может возникнуть как: борьба с официальной наукой (уфология); заблуждения из-за недостатка научных знаний (графология, например), элемент творчества (юмор).

5. Квазинаучное знание ищет себе сторонников и приверженцев, опираясь на методы насилия и принуждения. Оно, как правило, расцветает в условиях строго иерархичной науки, где невозможна критика власть предержащих, где жестко проявлен идеологический режим.

6. Антинаучное как утопичное и сознательно искажающее представления о действительности. Приставка анти- обращает внимание на то, что предмет и способы исследования противоположны науке. Это как бы подход с «противоположным знаком».

2. ТЕОРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ П.К. АНОХИНА

Термин «функциональные системы», теория и модель функциональных систем были введены в 1935 году советским физиологом Петром Кузьмичом Анохиным. Предпосылкой создания ТФС являются полученные экспериментальным путем физиологические факты (такие как, например соединение нервных стволов), благодаря которым было выявлено подчинение отдельных систем (функций) целостному поведению. Дальнейшие исследования позволили Анохину обнаружить интеграцию физиологических процессов в единое целое.

Петр Кузьмич Анохин дает следующее понятие «Функция» Функция – это достижение полезного результата в соотношении организма и среды. Таким образом, функциональная система, по мнению ученого, была динамической саморегулирующейся организацией, все составные элементы которой взаимодействуют для получения организмом полезного приспособительного результата. Этот «приспособительный результат» является показателем адаптации, необходимым для нормального функционирования организма. Функциональные системы организма складываются из нескольких различных по своему строению и предназначению элементов целого организма, и на их деятельности и окончательном результате не отражается исключительное влияние какого-нибудь анатомического типу участвующей структуры. Компоненты, входящие в систему теряют свою свободу, и остаются лишь те из них, которые способствуют получению желаемого полезного результата, который является определяющим фактором для формирования функциональной системы.

Полезный результат – это обеспечение какого-либо качественно специфического соотношения организма со средой, способствующего удовлетворению его потребностей.

Результаты могут подразделяться на несколько групп:

1. Метаболические. Результаты, создающие для жизнедеятельности необходимые конечные продукты.
2. Гомеопатические. Результаты, являющиеся показателями состояния жидких средств организма (крови, лимфы) и обеспечивающие нормальный обмен веществ.
3. Поведенческие. Результаты, удовлетворяющие основные потребности живого организма.
4. Социальные. Результаты, удовлетворяющие социальные и духовные потребности человека.

Для достижения результатов разных групп формируются функциональные системы разного уровня, однако их структура в принципе однотипна и представляет собой совокупность пяти элементов:

1. Полезный приспособительный результат.
2. Аппараты контроля (рецепторы).

3. Обратную связь.

4. Центральную архитектуру – избирательное объединение нервных элементов различных уровней в аппараты управления.

5. Аппараты реакции – соматические, вегетативные, эндокринные, поведенческие.

Функциональные системы метаболического результата включают в себя только внутренние механизмы саморегуляции, определяют оптимальный для процесса метаболизма уровень массы крови, кровяного давления и реакции среды.

Гомеостатические функциональные системы предусматривают внешние механизмы саморегуляции, взаимодействия организма с внешней средой, уровень питательных веществ, температуру тела и давление.

Поведенческие функциональные системы и социальные функциональные системы предусматривают внутренние и внешние механизмы саморегуляции, которые играют в равной степени равную роль.

Одновременно в организме человека может работать несколько функциональных систем разного уровня, однако существуют определенные принципы их взаимодействия:

1. Принцип системогенеза.
2. Принцип многосвязного взаимодействия.
3. Иерархичность.
4. Последовательная динамичность взаимодействия.
5. Принцип системного квантования жизнедеятельности.

Предлагаю подробнее рассмотреть эти принципы.

Первый принцип, принцип системогенеза, есть ни что иное как созревание, развитие и избирательная редукция функциональной системы. Принцип многосвязного взаимодействия определяет обобщенную деятельность различных функциональных систем, единство внутренней среды организма, изменения в результате обмена веществ и деятельности организма во внешней среде.

Принцип многосвязного взаимодействия определяет обобщенную деятельность различных функциональных систем, единство внутренней среды организма, изменения в результате обмена веществ и деятельности организма во внешней среде. При этом отклонения одного показателя внутренней среды вызывают перераспределение параметров результата совместной деятельности нескольких функциональных систем.

Иерархичность. Название говорит само за себя – функциональные системы разбиваются на уровни, нищие из которых подчиняются высшим, в соответствии с биологической и социальной значимостью. Деятельность организма определяется доминирующей функциональной системой и первым достигается соответствующий результат. По достижению главенствующего результата, происходит достижение следующего по значимости.

Принцип последующего динамического взаимодействия. Понимается как четкая последовательность смены деятельности нескольких функциональных систем. Результат деятельности предыдущей является показателем для начала деятельности последующей системы.

Принцип системного квантования жизнедеятельности. Каждый результативный отрезок жизнедеятельности, определяемый специальной функциональной системой, рассматривается как «системный квант». «Системокванты» обнаруживаются на разных уровнях жизнедеятельности. Каждый «системоквант» поведения включает этапные и конечные результаты поведения, удовлетворяющие исходную потребность. «Системокванты» целенаправленной деятельности могут строиться на основе биологических (метаболических), а у человека – социальных потребностей. Заключается в выделение в процессе жизнедеятельности некоторых «квантов» с их конечным результатом. Системокванты являются своеобразными операторами динамической деятельности различных функциональных систем организма, постулированных П.К.Анохиным (1968, 1998).

Ведущая роль в системоквантах поведения и психической деятельности принадлежит доминирующей мотивации, которая определяет активное отношение субъекта, испытывающего потребность, к факторам внешнего мира, настраивает его на их восприятие и активную деятельность по овладению потребными предметами. Таким образом, системокванты – самоорганизующиеся и саморегулирующиеся единицы жизнедеятельности, определяющие удовлетворение различных потребностей организма. Это – способ динамической деятельности многочисленных функциональных систем организма различного уровня.

Таким образом, «полезный результат» достигается за счет двигательного (поведенческого) акта.

Поведенческий акт – это элементарный цикл соотношения целостного организма со средой, в котором выделяются системные процессы, то есть организация клеток клеточных процессов в единое целое – функциональную систему.

Для рассмотрения этого понятия необходимо сказать, что Анохин выделил две группы функциональных систем: первая группа – функциональные системы, которые обеспечивают постоянство определенных констант внутренней среды за счет системы саморегуляции, звенья которой не выходят за пределы самого организма (функциональные системы метаболического результата). Вторая группа – функциональные системы, которые используют внешнее звено саморегуляции. Они обеспечивают приспособительный эффект благодаря выходу за пределы организма через связь с внешним миром, через изменения поведения. Именно функциональные системы второго типа лежат в основе различных поведенческих актов, различных типов поведения.

Складывается определенная схема сочетания частей функциональных систем в единое целое, определяющих поведенческий акт:

Афферентный синтез – принятие решения – акцептор результатов действия – эффективный синтез – формирование действия – оценка достигнутого результата.

Разберем предложенную цепь.

1. Афферентный синтез – это процесс передачи импульса от рабочего органа к нервному центру. На его формирование влияют следующие факторы:

а) мотивационное возбуждение (потребность). Появляется при возникновении какой-либо потребности, которая направлена на создание благоприятных условий для удовлетворения этих потребностей и существования организма.

б) обстановочная афферентация. Включающая в себе возбуждение от стационарной обстановки и возбуждения, которая ассоциируется с этой обстановкой.

в) пусковая афферентация. Состоит в том, что, выявляя скрытое возбуждение, создаваемое обстановочной афферентацией, она приурочивает его к определенным моментам времени, наиболее целесообразным с точки зрения самого поведения.

г) аппарат памяти. Заключается в том, что на стадии афферентного синтеза из памяти извлекаются и используются именно те фрагменты прошлого опыта, которые полезны, нужны для будущего поведения.

2. Стадия принятия решения, которая и определяет тип и направленность поведения. Стадия принятия решения реализуется через специальную и очень важную стадию поведенческого акта – формирование аппарата акцептора результатов действия. Это аппарат, программирующий результаты будущих событий. В нем актуализирована врожденная и индивидуальная память животного и человека в отношении свойств внешних объектов, способных удовлетворить возникшую потребность, а также способов действия, направленных на достижение или избегание целевого объекта. Нередко в этом аппарате запрограммирован весь путь поиска во внешней среде соответствующих раздражителей.

3. Следующий этап акцептор результатов действия – это, можно сказать, механизм, содержащий модель программируемых параметров будущих этапных и конечных результатов, а так же производящий сравнение результатов, которые были за прогнозированы, с теми, которые были получены.

4. Афферентный синтез – выносящий, выводящий, передающий импульсы от нервных центров к рабочим органам.

Далее идут стадии формирования действия и оценки достигнутого результата – обратная связь: идет сравнение полученных результатов с запрограммированными в акцепторе результатов действия.

Таким образом, функциональные системы – динамические самоорганизующиеся и самофункционирующие построения, деятельность составляющих элементов которых направлена на достижение результатов, полезных для системы и живых организмов. Полезными приспособительными результатами являются результаты метаболических реакций в организме, различные показатели внутренней среды, результаты поведения, удовлетворяющие психологические и социальные потребности человека и других функциональных систем.

Таким образом, все они слаженно и гармонически взаимосвязаны на основе принципов иерархического доминирования, мультипараметрического и последовательного взаимодействия (Судаков, 1997).

3. КЛАССИФИКАЦИЯ НАУК

Классификация – это метод, позволяющий описать многоуровневую, разветвленную систему элементов и их отношений. Наука о классификации называется систематикой. Различают искусственную и естественную классификацию. В первой не учитываются существенные свойства классифицируемых объектов, вторая эти свойства учитывает.

Еще мыслители Древней Греции поставили вопрос о типах и видах наук, целью которых является знание. В дальнейшем этот вопрос развивался, и решение его является актуальным и сегодня. Классификация наук представляет информацию о том, какой предмет изучает та или иная наука, что ее отличает от других наук и как она связана с другими науками в развитии научного познания.

Общепринятой является классификация на основе следующих признаков: предмет наук, метод исследования и результат исследования.

Классификация наук по предмету исследования

По предмету исследования все науки делятся на естественные, гуманитарные и технические.

Естественные науки изучают явления, процессы и объекты материального мира.

Этот мир иногда называется внешним миром. К данным наукам относятся физика, химия, геология, биология и другие подобные науки. Естественные науки изучают и человека как материальное, биологическое существо. Одним из авторов представления естественных наук как единой системы знаний был немецкий биолог Эрнст Геккель (1834–1919). В своей книге «Мировые загадки» (1899) он указал на группу проблем (загадок), которые являются предметом изучения, по существу, всех естественных наук как единой системы естественно-научных знаний, естествознания.

«Загадки Э. Геккеля» можно сформулировать следующим образом:

- как возникла Вселенная?
- какие виды физического взаимодействия действуют в мире и имеют ли они единую физическую природу?
- из чего в конечном итоге состоит все в мире? чем отличается живое от неживого и какое место человека в бесконечно изменяющейся Вселенной и ряд других вопросов фундаментального характера.

На основании вышеизложенной концепции Э. Геккеля о роли естественных наук в познании мира можно дать следующее определение естествознания.

Естествознание – это система естественно-научных знаний, создаваемая естественными науками в процессе изучения фундаментальных законов развития природы и Вселенной в целом.

Естествознание является важнейшим разделом современной науки.

Единство, целостность естествознанию придает лежащий в основе всех естественных наук естественно-научный метод.

Гуманитарные науки – это науки, изучающие законы развития общества и человека как социального, духовного существа. К ним относятся история, право, экономика и другие аналогичные науки. В отличие, например, от биологии, где человек рассматривается как биологический вид, в гуманитарных науках речь идет о человеке как творческом, духовном существе.

Технические науки – это знания, которые необходимы человеку для создания так называемой «второй природы», мира зданий, сооружений, коммуникаций, искусственных источников энергии и т.д. К техническим наукам относятся космонавтика, электроника, энергетика и ряд других аналогичных наук. В технических науках в большей степени проявляется взаимосвязь естествознания и гуманитарных наук.

Создаваемые на основе знаний технических наук системы учитывают знания из области гуманитарных и естественных наук. Во всех науках, о которых говорилось выше, наблюдается специализация и интеграция. Специализация характеризует глубокое изучение отдельных сторон, свойств исследуемого объекта, явления, процесса.

Например, юрист может посвятить всю свою жизнь исследованию проблем развития уголовного права. Интеграция характеризует процесс объединения специализированных знаний из различных научных дисциплин. Сегодня наблюдается общий процесс интеграции естествознания, гуманитарных и технических наук в решении ряда актуальных проблем, среди которых особое значение имеют глобальные проблемы развития мирового сообщества.

Наряду с интеграцией научных знаний развивается процесс образования научных дисциплин на стыке отдельных наук. Например, в XX веке возникли такие науки, как геохимия (геологическая и химическая эволюция Земли), биохимия (химические взаимодействия в живых организмах) и другие. Процессы интеграции и специализации красноречиво подчеркивают единство науки, взаимосвязь ее разделов.

Разделение всех наук по предмету изучения на естественные, гуманитарные и технические сталкивается с определенной трудностью: к каким наукам относятся математика, логика, психология, философия, кибернетика, общая теория систем и некоторые другие? Вопрос этот не является тривиальным. Особенно это касается математики. Математика, как отмечал один из основателей квантовой механики английский физик П. Дирак (1902–1984), – это орудие, специально приспособленное для того, чтобы иметь дело с отвлеченными понятиями любого вида, и в этой области нет предела ее могуществу.

Знаменитому немецкому философу И. Канту (1724–1804) принадлежит такое утверждение: в науке столько науки, сколько в ней математики. Осо-

бенность современной науки проявляется в широком применении в ней логических и математических методов. В настоящее время ведутся дискуссии о так называемых междисциплинарных и общеметодологических науках.

Первые могут представлять свои знания о законах исследуемых объектов во многих других науках, но как дополнительную информацию.

Вторые разрабатывают общие методы научного познания, их называют общеметодологическими науками. Вопрос о междисциплинарных и общеметодологических науках является дискуссионным, открытым, философским.

Теоретические и эмпирические науки

По методам, используемым в науках, принято делить науки на теоретические и эмпирические.

Слово «теория» заимствовано из древнегреческого языка и означает «мыслимое рассмотрение вещей».

Теоретические науки создают разнообразные модели реально существующих явлений, процессов и объектов исследований.

В них широко используются абстрактные понятия, математические вычисления и идеальные объекты. Это позволяет выявить существенные связи, законы и закономерности исследуемых явлений, процессов и объектов. Например, для того чтобы понять закономерности теплового излучения, классическая термодинамика использовала понятие абсолютно черного тела, которое полностью поглощает падающее на него световое излучение.

В развитии теоретических наук большую роль играет принцип выдвижения постулатов.

Например, А. Эйнштейн принял в теории относительности постулат о независимости скорости света от движения источника его излучения.

Этот постулат не объясняет, почему скорость света является постоянной, а представляет собой исходное положение (постулат) данной теории. Эмпирические науки. Слово «эмпирический» произведено от имени фамилии древнеримского медика, философа Секста Эмпирика (III в. н. э.). Он утверждал, что только данные опыта должны лежать в основе развития научных знаний. Отсюда эмпирический означает опытный. В настоящее время это понятие включает в себя как понятие эксперимента, так и традиционные методы наблюдения: описание и систематизация фактов, полученных без использования методов проведения эксперимента.

Слово «эксперимент» заимствовано из латинского языка и означает в буквальном переводе проба и опыт. Строго говоря, эксперимент «задает вопросы» природе, т. е. создаются специальные условия, которые позволяют выявить действие объекта в этих условиях.

Между теоретическими и эмпирическими науками существует тесная взаимосвязь: теоретические науки используют данные эмпирических наук, эмпирические науки проверяют следствия, вытекающие из теоретических наук. Нет ничего более эффективного, чем хорошая теория в научных ис-

следованиях, и развитие теории невозможно без оригинального, творчески продуманного эксперимента.

В настоящее время термин «эмпирические и теоретические» науки заменен более адекватными терминами «теоретические исследования» и «экспериментальные исследования». Введением этих терминов подчеркивается тесная связь между теорией и практикой в современной науке.

Фундаментальные и прикладные науки

С учетом результата вклада отдельных наук в развитие научного познания все науки подразделяются на фундаментальные и прикладные науки.

Первые сильно влияют на наш образ мыслей, вторые – на наш образ жизни.

Фундаментальные науки исследуют самые глубокие элементы, структуры, законы мироздания. В XIX веке было принято называть подобные науки «чисто научными исследованиями», подчеркивая их направленность исключительно на познание мира, изменение нашего образа мыслей. Речь шла о таких науках, как физика, химия и другие естественные науки.

Фундаментальные научные исследования – это глубокое и всестороннее исследование предмета с целью получения новых основополагающих знаний, а также с целью выяснения закономерностей выясняемых явлений, результаты которых не предполагаются для непосредственного промышленного использования. Термин (на латыни *fundare* – «основывать») отражает направленность этих наук на исследование первопричинных, основных законов природы. Прикладные научные исследования – это такие исследования, которые используют достижения фундаментальной науки, для решения практических задач. Результатом исследования является создание и совершенствование новых технологий. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки (НИОКР) – здесь соединяется наука с производством, обеспечивая тем самым, как научные, так и технические и инженерные проработки данного проекта, иногда приводящие к научно-технической революции.

Некоторые ученые XIX в. утверждали, что «физика – это соль, а все остальное – ноль». Сегодня такое убеждение является заблуждением: нельзя утверждать, что естественные науки являются фундаментальными, а гуманитарные и технические – опосредованными, зависящими от уровня развития первых.

Поэтому термин «фундаментальные науки» целесообразно заменить термином «фундаментальные научные исследования», которые развиваются во всех науках.

Например, в области права к фундаментальным исследованиям относится теория государства и права, в которой разрабатываются основные понятия права.

Прикладные науки, или прикладные научные исследования, ставят своей целью использование знаний из области фундаментальных исследова-

ний для решения конкретных задач практической жизни людей, т. е. они влияют на наш образ жизни.

Например, прикладная математика разрабатывает математические методы для решения задач в проектировании, конструировании конкретных технических объектов.

Следует подчеркнуть, что в современной классификации наук учитывается также целевая функция той или иной науки. С учетом этого основания говорят о поисковых научных исследованиях для решения определенной проблемы и задачи.

Поисковые научные исследования осуществляют связь между фундаментальными и прикладными исследованиями при решении определенной задачи и проблемы. Понятие фундаментальности включает следующие признаки: глубина исследования, масштаб применения результатов исследования в других науках и функции этих результатов в развитии научного познания в целом.

4. ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ НАУКИ

Методология – это учение о способах постижения мира (шире – о методах осуществления деятельности).

Отметим, что не всякая деятельность нуждается в организации, в применении методологии. Как известно, человеческая деятельность может разделяться на деятельность репродуктивную и продуктивную.

Репродуктивная деятельность является слепком, копией с деятельности другого человека, либо копией своей собственной деятельности, освоенной в предшествующем опыте.

Продуктивная деятельность, направлена на получение объективно нового или субъективно нового результата. В случае продуктивной деятельности и возникает необходимость ее организации, то есть возникает необходимость применения методологии. Если исходить из классификации деятельности по целевой направленности: игра-учение-труд, то можно говорить о следующей направленности методологии:

- методологии игровой деятельности
- методологии учебной деятельности;
- методологии трудовой, профессиональной деятельности.

Таким образом, методология рассматривает организацию деятельности (деятельность – целенаправленная активность человека). Организовать деятельность означает упорядочить ее в целостную систему с четко определенными характеристиками, логической структурой и процессом ее осуществления – временной структурой (авторы исходят из пары категорий диалектики «историческое (временное) и логическое»). Логическая структура включает в себя следующие компоненты: субъект, объект, предмет, формы, средства, методы деятельности, ее результат. Внешними по отношению к этой структуре являются следующие характеристики деятельности: особенности, принципы, условия, нормы.

Методология науки – это научная дисциплина, которая изучает методы научно-познавательной деятельности. Методология в широком смысле представляет собой рационально-рефлексивную мыслительную деятельность, направленную на изучение способов преобразования человеком действительности – методов (рациональных действий, которые необходимо предпринять, чтобы решить определённую задачу или достичь определённой цели).

Применение методов осуществляется в любой сфере научно-познавательной деятельности. Методология науки осуществляет исследование, поиск, разработку и систематизацию методов, применяемых в этой деятельности для получения научного знания и тех общих принципов, которыми она направляется.

Основные уровни методологии

Виды методологии	Специфические особенности данного вида методологии
Всеобщая методология	Является универсальной по отношению ко всем наукам и в содержание которой входят философские и общенаучные методы познания
Частная методология	Применяется для группы родственных юридических наук, которую образуют философские и общенаучные методы познания, например, государственно-правовых явлений
Методология научных исследований	В содержание данной методологии включаются философские, общенаучные, частные и специальные методы познания, например, методология педагогики, биологии и других наук

Методология науки всегда была органически связана с философией науки и теорией познания (эпистемологией), а также с логикой в целом и, особенно, с логикой науки. Все эти виды рационально-рефлексивной деятельности познающего мышления и научно-познавательной деятельности тесно переплетены друг с другом, какое-либо их искусственное выделение вряд ли возможно и непродуктивно. Тем не менее, в общем контексте всех этих дисциплин понятие методологии науки ориентировано на максимально возможное приближение к реальной практике научной деятельности, на выявление и артикуляцию конструктивных способов действия по построению научных знаний.

Методология научного познания – «рефлексивная» область любой науки, ее сердцевина. Однако научная методология имеет сложное строение, так как каждая наука, вырабатывая собственные методологические представления, всегда связана с глобальными и конкретными методологическими представлениями. Поэтому в строении самой методологии науки общепринятым является выделение, по меньшей мере, четырех уровней:

- гносеологический уровень, на котором устанавливаются смысл научной деятельности и общие принципы получения научного знания, способы признания определенного знания достоверным или ложным, установление объема и содержания категорий, соотношение этих категорий, отражающих общепознавательные установки, принятые в рамках определенных философских подходов;

- общенаучный уровень, единый для всех наук, где обосновывается необходимость опоры на теории, системы взглядов, аксиомы, чье влияние распространяется на все научное познание в целом, на все науки. Это уровень, на котором рассматриваются общие проблемы построения научного исследования, возможности и ограничения методов и методик исследований;

– конкретно-научный уровень, в рамках которого устанавливаются способы и принципы получения и использования достоверного знания в определенной конкретной науке;

– прикладной (технологический) уровень, на котором вырабатываются методики и конкретные методы исследований, позволяющие получить достоверное знание в той или иной науке.

Уровни методологии отражаются и в представлениях о методологических принципах научного познания.

В процессе познания методология разрабатывает стратегию познавательной и практической деятельности и выполняет следующие основные функции:

1) обеспечивает получение и создание нового знания, его преобразование в виде новых понятий, категорий, идей, концепций и теорий;

2) направляет ход научного исследования по оптимальному пути в интересах приобретения нового истинного знания;

3) регулирует применение методов, средств и приемов в процессе познания практики;

4) обобщает результаты научного познания в различные формы знания; формирует общие принципы и методы научного исследования;

5) организует использование новых знаний в практической деятельности.

5. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТЕ

Метод – это способ достижения цели исследования

Методы исследования, используемые в физической культуре и спорте

1. Анализ ретроспективной информации.
2. Эмпирические (наблюдение, сравнение, эксперимент, медико-педагогические исследования, метод индексов, тестирование физической подготовленности).

5.1. Анализ ретроспективной информации

К анализу ретроспективной информации включают: научно-методической литературы, документальных и архивных материалов; опрос (анкетирование, беседа, интервью) прошедших событий.

К эмпирическим методам: наблюдение, сравнение, эксперимент, тестирование, интервьюирование.

Методы математической статистики в физической культуре и спорте используют как параметрические (при больших выборках), так и непараметрические (при малых выборках).

Методы получения ретроспективной информации

Любому исследованию должно предшествовать изучение и анализ источников литературы. При подготовке к исследованию чтение литературы помогает правильно выбрать тему, ознакомиться с работами предшественников, с теми методами, которые применялись ранее. Анализ литературы поможет исследователю грамотно спланировать последующую работу. Первое и ведущее условие в исследовательской работе – освоение научной литературы, осмысление и обработка официальной документации по теме исследования

Изучение источников литературы требует, прежде всего, подбора этих источников по конкретной тематике исследования. С этой целью широко используются библиографические каталоги, библиографические и реферативные издания, отраслевые информационно – поисковые системы.

Ценная информация содержится также в официальных документах. Это постановления и решения директивных органов, нормативные документы, статистические сводки и так далее.

Исследовательская работа – это, прежде всего обобщение уже имеющейся информации. Без освоения обширной научной информации невозможно проведение исследований. Объем ежегодно издающейся научной информации по физической культуре и спорту достаточно обширен, и задача любого исследователя в начале своих научных изысканий познакомиться с уже накопленным опытом по данной проблеме. Необходимо от-

метить, что изучение литературных источников настраивает исследователя на экспериментальную работу.

Результаты анализа и обобщения источников входят в особый раздел научной публикации под названием «Обзор литературы», который предшествует изложению собственного материала.

Анализ документов – один из широко применяемых и эффективных способов сбора и анализа первичной информации. Исследование литературных данных дополняется ознакомлением с опытом работы педагогов и тренеров, так как многие вопросы недостаточно освещены в методической литературе. В документах с различной степенью полноты содержатся сведения о процессах и результатах деятельности человека (педагога, тренера, спортсмена, школьника и т.д.) Ценные сведения могут быть получены в ходе изучения текущих и архивных документов планирования и отчетности спортивной работы; руководящих материалов и сводных отчетов спортивных обществ; планов подготовки спортивных команд, данных врачебных обследований и прочее.

Большую роль играет сбор и систематизация спортивных результатов и показателей. С этой целью изучаются протоколы соревнований, материалы официальных сборников, применяется обработка дневников спортсменов и т.д. Многие стороны физического воспитания находят свое отражение в различных документах, таких, как учебные планы, программы, врачебно-физкультурные карты.

Анализ дневников тренеров и спортсменов дает возможность выявить направление тренировочного процесса, методы тренировочной работы, основные средства и систему их применения, объем и интенсивность применяемых нагрузок, спортивно-технические показатели, количество соревнований, субъективную оценку спортсменом эффективности учебно-тренировочного процесса, его самочувствие и прочее.

Результаты соревнований являются итогом многолетней тренировочной работы и могут быть ценным объектом исследования. Изучение архивных документов позволит избежать ошибок, не исследовать уже изученное, не открывать давно открытое.

В исследованиях, проводимых в области физической культуры и спорта, используются методы, связанные со сбором и анализом словесных показаний (высказываний) испытуемых, которые в широком смысле можно именовать опросом. При правильном их проведении они позволяют выявлять индивидуально-психологические особенности личности: склонности, интересы, вкусы, отношения к жизненным фактам и явлениям, другим людям, себе.

Основное предназначение опросов – получение информации о мнениях людей, их мотивах и оценках явлений. Значимость опросов возрастает, если об исследуемом явлении нет достаточной документальной информации, если оно не доступно непосредственному наблюдению или не поддаются

эксперименту. В таких ситуациях опрос может стать главным методом сбора информации, но обязательно дополняемым другими исследовательскими методиками.

Опрос – это метод непосредственного или опосредованного первичной вербальной информации путем взаимодействия между исследователем и опрашиваемым (респондентом). Главное достоинство опроса – широта охвата, так как можно опросить максимальное количество людей в минимальные сроки.

Сущность этого метода заключается в том, что исследователь (анкетер, интервьюер) задает испытуемому (респонденту) заранее подготовленные и тщательно продуманные вопросы, на которые тот отвечает устно – в случае беседы, или письменно при применении анкетного метода. Содержание и форма вопросов определяется, во-первых, задачами исследования и, во-вторых, возрастом, интеллектуальным уровнем и социально-демографическим статусом респондента.

Проведению опроса должна предшествовать разработка исследовательской программы, четкое определение целей, задач, понятий, гипотез, объекта, предмета, выборки и инструментария исследования. Каждый опрос предполагает упорядоченный набор вопросов (опросный лист), служащий достижению цели исследования, решению его задач, доказательству или опровержению гипотезы. Формулировки вопросов должны тщательно продумываться.

Беседа, интервью, анкетирование

Беседа применяется как самостоятельный метод или как дополнительный в целях получения необходимой информации или разъяснений по поводу того, что не было достаточно ясным при наблюдении. Беседа проводится по заранее намеченному плану с выделением вопросов, подлежащих выяснению, в свободной форме, без записи ответов собеседника. Можно, использовать скрытый магнитофон, диктофон.

Разновидностью беседы – интервьюирование. Интервью – метод получения информации путем устных ответов респондентов. При интервьюировании вопросы, построенные в определенной последовательности, задает только исследователь, а респондент отвечает на них. В данном случае ответы могут записываться открыто по мере их получения от респондентов.

Распространенная форма опроса – анкетирование, получение информации от респондентов путем письменного ответа на систему стандартизированных вопросов и заблаговременно подготовленных анкет. В анкете существует жесткая логическая конструкция. Результаты анкетирования можно подвергать анализу методами математической статистики. Структура и характер анкет определяются содержанием и формой вопросов, которые задаются опрашиваемым (по содержанию – прямыми и косвенными, по форме представления – открытыми, закрытыми).

5.2. Педагогическое наблюдение

Важное место в процессе исследований актуальных проблем физической культуры и спорта занимает педагогическое наблюдение. Педагогическое наблюдение – это организованный анализ и оценка учебно-тренировочного процесса без вмешательства в его течение. Педагогическое наблюдение как метод исследования представляет собой целенаправленное восприятие какого-либо педагогического явления, с помощью которого исследователь получает конкретный фактический материал или данные.

Наблюдение представляет собой активный познавательный процесс, опирающийся, прежде всего, на работу органов чувств человека и его предметную материальную деятельность, это наиболее элементарный метод, выступающий, как правило, в качестве одного из элементов в составе других эмпирических методов.

Виды педагогических наблюдений

1. По связи с объектом.

Непосредственное наблюдение – наблюдение, когда исследователь сам выступает наблюдателем происходящего педагогического явления.

Опосредованное наблюдение – такое наблюдение, к которому привлекают другие лица (тренеры, студенты и др.).

Открытое наблюдение – наблюдение, когда объект знает, что за ним наблюдают, и скрытым, когда наблюдаемые не подозревают, что они находятся в зоне внимания исследователя.

Скрытое наблюдение – наблюдение, о котором участники процесса не знают.

2. По признаку и времени и пространства.

По времени проведения: непрерывные и дискретные. Наблюдение считается непрерывным, если оно отражает явление в законченном виде, т. е. если просматриваются его начало, развитие и завершение. По длительности такие наблюдения могут оказаться самыми различными: продолжаться в течение нескольких секунд, минут или даже месяцев, а может, и лет. Дискретное наблюдение – наблюдение, предметом которого является процесс, границы начала и завершения которого значительно удалены во времени. В процессе его проведения изучается не все педагогическое явление в целом, а лишь его главные этапы.

Цель педагогического наблюдения – изучение разнообразных вопросов учебно-тренировочного процесса, таких как:

- содержание учебно-тренировочного процесса;
- задачи обучения и воспитания;
- средства физического воспитания, их место в занятиях;
- методы обучения и воспитания;
- поведение занимающихся и преподавателя, тренера;

- характер и величина тренировочных нагрузок;
- технико-тактические действия и т.п.

Педагогический анализ и оценка учебно-тренировочного процесса – ведущая сторона деятельности исследователя. Содержание педагогического наблюдения определяется задачами исследования, для решения которых собираются конкретные факты.

К достоинствам метода наблюдений относятся:

- а) наблюдение реального педагогического процесса;
- б) события фиксируются в момент их протекания;
- в) наблюдатель получает фактические сведения о событиях, а не мнение других лиц (как, например, при анкетировании), наблюдатель независим от мнений испытуемых.

Недостатками метода являются:

- а) элементы субъективизма у наблюдателя;
- б) недоступность некоторых сторон наблюдаемого объекта (мыслительной деятельности, эмоций);
- в) ограничение объема наблюдений для одного исследователя;
- г) пассивность исследователя.

Учитывая это, педагогическое наблюдение следует применять тогда, когда требуется:

- провести «разведку» для уточнения гипотезы и методики исследования;
- получить сведения о педагогическом процессе в «чистом» виде, без внесения в него каких-либо элементов;
- дать педагогическую оценку фактам, полученным с помощью других методов;
- собрать первичную информацию, не требующую большой выборки;
- проверить эффективность педагогических рекомендаций, разработанных на основе других методов.

Хронометрирование – это составная часть педагогических наблюдений, в некоторых случаях используемая как самостоятельный метод. Основное содержание хронометрирования – определение времени, затраченного на выполнение каких-либо действий. В сфере физической культуры и спорта хронометрирование – это метод контроля двигательной активности, измерение и регистрация временных затрат в ходе организованного занятия физическими упражнениями с выделением различных компонентов содержания занятия.

В практике наибольшее распространение получило хронометрирование различных занятий физической культурой и спортом для определения общей и моторной (двигательной) плотности.

Метод хронометража позволяет определить общую и моторную плотность тренировочного занятия. Для использования метода хронометража необходимо иметь секундомер, позволяющий суммировать время. В на-

стоящее время практически все электронные секундомеры обладают указанной функцией.

Одним из показателей эффективности тренировки и урока физической культуры является его плотность. Чем рациональнее используется время на уроке, тем выше плотность. Плотность урока имеет существенное значение, поскольку она оказывает влияние на нагрузку, на выполнение поставленных перед уроком задач, на успешное выполнение учебной программы.

Определять плотность тренировки необходимо в целом и по частям. Это обусловлено неодинаковыми возможностями и условиями организации работы в подготовительной, основной и заключительной частях занятия. Точный учёт времени деятельности тренера и спортсменов на занятии определяется по скользящей стрелке секундомера. Секундомер запускается с началом тренировки и останавливается после ее окончания. В качестве объекта наблюдения избирается так называемый средний спортсмен, достаточно активный и дисциплинированный.

Общая плотность тренировки – это отношение педагогически оправданных (рациональных) затрат времени к общей продолжительности тренировки.

$$\text{Общая плотность} = \frac{\text{Время, педагогически оправданное} \times 100\%}{\text{Время занятия}}$$

В числитель (педагогически оправданное время) входит выполнение физических упражнений, слушание, наблюдения, организация занятия, словом всё то, без чего нельзя его провести. Это время умножается на 100% и делится на общее время тренировки. Общая плотность полноценного тренировочного занятия должна приближаться 100%.

К снижению общей плотности урока приводят следующие причины: неоправданный отдых, опоздания на занятие или преждевременное его окончание, выполнение упражнений с ошибками и не исправление их тренером, нарушение дисциплины и другое, чего не должно быть на тренировке.

Моторная плотность тренировки – это отношение времени, использованного непосредственно на двигательную деятельность спортсменов, к общей продолжительности занятия.

Для расчёта моторной плотности (МП) необходимо время выполнения физических упражнений умножить на 100% и разделить на общее время тренировки

$$\text{Моторная плотность} = \frac{\text{Время выполнения физических упражнений} \times 100}{\text{Время тренировки}}$$

Например, установлено, что суммарное время, затраченное занимающимися на выполнение физических упражнений, равно 25 минут (оставшиеся 15 минут были затрачены на объяснение тренера, подготовку мест занятий, интервалы отдыха и т.п.)

В этом случае моторная плотность урока будет равна:

$$\text{МП} = 25 \text{ минут} \times 100\% / 40 \text{ мин} = 62,5\%$$

Моторная плотность в процессе занятия может постоянно меняться. Изменения можно объяснить, прежде всего, различием содержания применяемых упражнений, местом их использования и методами их применения. Показатели моторной плотности меняются также и в зависимости от типа тренировки. Так, на уроках совершенствования техники движений и развития физических качеств оно может достигать 70–80%, а на занятиях разучивания двигательных действий и формирования знаний, требующих значительных затрат времени на умственную деятельность занимающихся, моторная плотность может находиться на уровне 50%.

Факторы, влияющие на моторную плотность:

1. Тип занятия (начального разучивания, совершенствования).
2. Вид программы (гимнастика, лыжная подготовка, спортивные игры).
3. Количество и качество инвентаря.
4. Количество спортсменов в группе, их подготовленность.
5. Мастерство тренера.

Пути повышения моторной плотности.

1. Использование безостановочных методов (поточный, круговой)
2. Заблаговременная подготовка инвентаря.
3. Увеличения количества отделений и групп
4. Хорошая дисциплина.
5. Использование временно освобождённых спортсменов.
6. Сочетание объяснения с показом (если это возможно).
7. Введение дополнительных заданий во время ожидания.
8. Методические указания давать во время выполнения упражнений (если это возможно).

При всей важности моторной плотности занятия она не может достигать 100%, так как в противном случае не оставалось бы времени для объяснения материала, его осмысления занимающимися, анализа ошибок, что неизбежно привело бы к снижению качества и эффективности тренировочной работы в целом. Хронометрия деятельности спортсменов заносится в таблицу, производятся расчёты, формируются выводы, и рекомендации.

5.3. Эксперимент

Известно, что те или иные явления могут считаться научными фактами только тогда, когда они способны неоднократно воспроизводиться в экспериментальной обстановке. Педагогический эксперимент как раз и создает возможность для подобного воспроизведения изучаемых явлений.

Эксперимент (от лат. Experimentum – проба, опыт), также опыт, в научном методе – метод исследования некоторого явления в управляемых наблюдаемых условиях. Отличается от наблюдения активным взаимодействием с изучаемым объектом. Характерной чертой педагогического эксперимента как метода исследования является запланированное вмешательство человека в изучаемое явление.

Педагогический эксперимент – это специально организуемое исследование, проводимое с целью выяснения эффективности применения тех или иных методов, средств, форм, видов, приемов и нового содержания обучения и тренировки.

В отличие от изучения сложившегося опыта с применением методов, регистрирующих лишь то, что существует в практике, эксперимент всегда предполагает создание нового опыта, в котором активную роль должно играть проверяемое нововведение.

Педагогический эксперимент – основа развития теории и методики физической воспитания. Следует различать дидактический и физический педагогические эксперименты.

Дидактический педагогический эксперимент направлен на формирование личности человека, в частности, на передачу совокупности знаний.

Физический педагогический эксперимент связан с решением проблем физического воспитания, то есть формированием двигательных навыков и развитием физических возможностей (способностей).

Педагогический эксперимент в спорте проводится для того, чтобы выявить эффективность тех или иных методов, приемов, форм воспитания, обучения и тренировки, проверить ценность средств и материалов, служащих педагогическим задачам. Подтверждая или опровергая положения существующей теории и практики, эксперимент самим фактом признания или отрицания этих положений приводит к созданию новых гипотез и теорий. При разработке проблем спорта педагогический эксперимент используется для решения вопросов, связанных с отысканием новых, более эффективных средств, методов, организационных форм тренировки, а также частных вопросов методики обучения и воспитания. От педагогического наблюдения эксперимент отличается тем, что дает возможность изучать явления в более разнообразных условиях. Кроме того, в процессе эксперимента одно и то же явление можно проверить несколько раз в той или несколько иной обстановке и, наконец, посредством эксперимента можно более точно изучить предмет, расчленив его на отдельные части и выделить среди них те, которые представляют наибольший интерес для исследователя.

Проведение педагогического эксперимента представляет большую сложность. Обязательное условие педагогического эксперимента – соответствие его содержания общим принципам педагогики и воспитания. Нельзя в процессе эксперимента использовать средства и методы, противоречащие гуманным принципам. Каковы бы ни были результаты эксперимента, знания занимающихся, приобретаемые умения и навыки, уровень здоровья не должны в итоге исследований снижаться или ухудшаться. Поэтому одним из мотивов педагогического эксперимента всегда является введение каких-либо усовершенствований в учебно-тренировочный процесс, повышающих его качество.

Намеренная организация условий изучаемого явления предусматривает его систематическое изменение на протяжении достаточно длительного времени с одновременным установлением связей изучаемого фактора с другими явлениями. Только в этом случае можно вскрыть природу изучаемого фактора с другими явлениями, причины, обуславливающие его необходимость, установить способы управления им.

Сущность вмешательства в ход педагогического процесса сводится, как правило, к искусственному вычленению (абстрагированию) какой-либо одной стороны изучаемого процесса. Известно, что эффективность педагогического процесса зависит от многих факторов, таких как индивидуальные особенности личности педагога, контингент занимающихся, методы обучения, применяемые средства, условия организации занятий и так далее. Следовательно, необходимо искусственно изолировать изучаемый фактор от влияния всех других величин.

Однако абстрагирование лишь первоначальная ступень познания явления во всем его многообразии. Последовательно изучая каждую из сторон явления, необходимо объединять и обобщать фактический материал с тем, чтобы охарактеризовать явление в целом.

Педагогическая наука широко использует эксперимент. Совершенствуется и получает дальнейшее развитие методика его проведения, приобретают новое содержание применяемые методы. Для большей объективности выражения результатов педагогического эксперимента в последние годы при обработке его показателей стали широко использоваться некоторые математические методы, и, прежде всего, методы математической статистики и теории вероятностей.

Необходимость проведения педагогического эксперимента может возникнуть в следующих случаях:

- когда учеными выдвигаются новые идеи или предположения, требующие проверки;
- когда необходимо проверить интересный опыт, педагогические находки практиков, подмеченные и выделенные исследователями, дать им обоснованную оценку;

- когда нужно проверить разные точки зрения или суждения по поводу одного и того же педагогического явления, уже подвергнувшегося проверке;
- когда необходимо найти рациональный и эффективный путь внедрения в практику обязательного и признанного положения.

Поскольку педагогический эксперимент в физической культуре и спорте включает в себя проведение учебных занятий, а также регистрацию их эффективности, он включает в себя следующие этапы:

- определение целей и задач эксперимента;
- формулировку научной гипотезы;
- обоснование его необходимости и выбор типа эксперимента;
- выбор и оценку общих условий проведения эксперимента, оценку и выбор уравниваемых данных, их показателей в методике бора этих данных;
- составление общей программы эксперимента, программ ведения занятий в экспериментальных и контрольных группах, программ ведения наблюдений.

При подведении итогов педагогического эксперимента необходимо учитывать следующие составляющие:

- выводы и результаты должны быть соотнесены с гипотезой;
- область, на которую могут быть распространены полученные выводы, должна быть четко ограничена;
- в зависимости от чистоты условий эксперимента оценивается степень надёжности выводов;
- оценку роли и места эксперимента в системе других применявшихся в данном исследовании методов;
- практические предложения о внедрении в практику результатов проведенного исследования. Требования к результатам (выводам):
 - результаты должны быть конкретными суждениями (о чем говорится и что утверждается);
 - собственные результаты четко выделяются;
 - указывается, чем собственные результаты отличаются от результатов других авторов;
 - аргументированными и критическими оценками обосновывается новизна результата в сравнении с известными решениями;
 - обосновывается истинность результата;
 - указываются научно-практические задачи, которые можно решить с помощью полученных результатов.

Таким образом, в эксперименте добываются научные факты путем преднамеренного создания необходимых по задачам исследования условий, по возможности исключая побочные влияния на конечный результат, а также путем повторного воспроизведения изучаемого явления и его измерения (оценки).

Каждый педагогический фактор должен иметь определенную характеристику. Она может включать:

- 1) качественную оценку в виде, того или иного словесного описания;
- 2) количественную – в виде самых разнообразных оценок (от балльных до метрических), получаемых в результате измерений;
- 3) статистическую – в виде показателей зависимости между разными факторами, вычисляемых методами статистических связей.

Целесообразно стремиться к характеристикам, имеющим несколько оценок, например количественную и качественную.

С помощью эксперимента можно решать следующие задачи:

- 1) выявлять или подтверждать факт наличия или отсутствия зависимости между избранными педагогическими воздействиями и ожидаемыми результатами;
- 2) определять количественную меру зависимости, если таковая будет обнаружена;
- 3) вскрывать характер, механизм этих зависимостей. Последняя задача наиболее перспективная и сложная.

Однако подобная общая формулировка требует существенных разъяснений. В теории и практике исследовательской работы определилось несколько видов педагогических экспериментов. В основу группировки педагогических экспериментов берутся различные признаки, такие как цель, условия проведения, способ комплектования учебных групп, схема построения эксперимента и т.д.

В зависимости от степени изменения типичных условий в практике физического воспитания принято различать следующие *виды педагогического эксперимента*:

- *естественный* – нет отступлений (или они минимальны) от условий обычной практики физического воспитания;
- *модельный* – стремясь устранить побочные явления, значительно изменяются обычные условия;
- *лабораторный эксперимент* – условия проведения далеки от встречающихся в практике.

Педагогический эксперимент обычно состоит из трех частей: констатирующей, формирующей и итоговой. Каждая из них имеет свои задачи.

В констатирующем эксперименте проводится анализ состояния работы по исследуемой проблеме.

В формирующем эксперименте – разрабатывается новое содержание, системный подход к разным формам организации двигательной деятельности и методика, которые проверяются на практике.

В заключительной, или итоговой, части экспериментальной работы осуществляется сравнительный анализ состояния работы до и после проведения эксперимента. Делаются выводы по результатам работы и даются

рекомендации для совершенствования работы по физическому воспитанию в практике спортивно-оздоровительных и образовательных учреждений.

Эксперименты в зависимости от поставленных задач можно разделить на два вида: подтверждающие и исследующие.

В подтверждающих экспериментах делается попытка ответить на заранее поставленные вопросы. Для подтверждающих экспериментов используются различные статистические тесты. Эти тесты основаны на гипотезе нулевого эффекта, то есть предполагается, что оказанное воздействие не дало никакого эффекта. Также предполагается естественное отличие тестовой и контрольной групп, но если было найдено отличие, которое нельзя считать естественным или случайным, считается, что их вызвало причинное воздействие.

В исследующих экспериментах описывается исходное состояние, и формулируются гипотезы для дальнейшей проверки и построения модели. В таких экспериментах также используется статистика, но не в целях определения значимых отличий последствий воздействия. Статистические приемы в этих экспериментах скорее используются для математической оценки, описания результата воздействия на определенную популяцию или математического моделирования.

В физической культуре и спорте чаще всего проводятся параллельные эксперименты. Они строятся по схеме, которая предусматривает организацию двух или более максимально одинаковых парных групп. В одной группе применяется экспериментальный метод организации учебно-воспитательного процесса (экспериментальная группа), в другой – контрольный метод (контрольная группа). Спортивно-тренировочные занятия и обследования проводятся одновременно в обеих группах, т.е. параллельно. Сравнимые группы требуют выполнения определенных условий идентичности:

- они должны иметь полное равенство начальных данных (состав примерно одинаковый по количеству, подготовке, разряду, возрасту и т.п.);
- иметь равенство условий работы (использование одинакового инвентаря, типовых залов, одна и та же смена и т.д.);
- быть независимыми от личности преподавателя (тренера). При этом занятия в контрольной и экспериментальной группах может проводить как один и тот же преподаватель, так и разные.

При таком построении эксперимента появляется убежденность в том, что все спонтанные, неуправляемые факторы будут оказывать примерно одинаковое воздействие на обследуемых, как в экспериментальной, так и в контрольной группе. Различия же в конечном результате окажутся следствием действия именно экспериментального фактора.

Другой схемой эксперимента является последовательный. Последовательные эксперименты предусматривают доказательство гипотезы (или ее опровержение) путем сопоставления эффективности педагогического про-

цесса после введения в него нового фактора с эффективностью педагогического процесса до его введения в той же самой группе занимающихся.

По внешним признакам этот эксперимент обладает большой доказательной силой. Действительно, если в одной и той же учебной группе до введения какого-то нового метода не отмечались успехи, а после его введения они появились, то невольно весь эффект относится за счет именно этого нового метода. Однако, если в практической деятельности для педагога этого оказывается вполне достаточным и он не ищет еще каких-либо доказательств, то в научной работе данный факт не может служить доказательством воздействия именно этого нового метода, а не каких-то других факторов.

Экспериментатору придется доказывать, во-первых, что полученный эффект не является следствием времени, что если бы в тот же отрезок времени действия нового фактора (в данном случае нового метода) применялся старый фактор (традиционный метод), то он не дал бы должного эффекта, как не давал и ранее; во-вторых, что новый эффект не есть следствие возросшего уровня физического развития и физического образования участников эксперимента за период действия нового фактора. Например, если новый метод разучивания упражнения дал больший эффект, то следует убедиться, что этот эффект не является результатом возросшего уровня физического развития занимающихся, что при старом методе было бы невозможно получить новый эффект.

Доказывать все это бывает очень трудно, и поэтому полученные результаты в последовательных экспериментах часто выглядят неубедительными. Однако было бы ошибочным считать подобные эксперименты бесперспективными.

Тщательный и длительный период наблюдений над большим количеством исследуемых до введения в учебный процесс нового фактора, а также сравнительно короткий период действия нового фактора, не могущий вызвать значительных сдвигов в физическом развитии и образовании занимающихся, все это во многом может нейтрализовать перечисленные негативные стороны последовательного эксперимента. В последовательных экспериментах доказательство выдвинутой гипотезы строится по одной из трех схем: единственного различия, сопутствующих изменений и единственного сходства.

Логическая схема доказательства в эксперименте «единственного различия» сводится к следующему. Если вслед за изменениями одного педагогического фактора при сохранении неизменными всех остальных изменяется один компонент педагогического результата при сохранении неизменными всех остальных, то есть основание считать, что первое послужило причиной изменения второго.

Таким образом, все последовательные эксперименты построены по схеме «До» и «После». Чтобы сравнить состояние педагогического процесса после введения в него экспериментального фактора с тем состояни-

ем, которое было до введения, измеряют состояние «До» (например, исходный уровень физического развития), затем «После» (например, конечный уровень физического развития) и определяют достоверность изменения показателей.

К помощи последовательных экспериментов приходится прибегать в тех случаях, когда группа исследуемых настолько малочисленна и специфична, что нельзя создать каких-то аналогичных контрольных групп (например, команды высококвалифицированных спортсменов).

Когда же имеется возможность создать контрольные группы, применяют различные виды параллельных экспериментов.

Этапы проведения эксперимента

Проведение экспериментальной части исследований в физической культуре и спорте осуществляется в несколько этапов.

На начальном этапе решается вопрос о необходимости проведения экспериментальной части исследования. Разрабатывается научная гипотеза, которая будет положена в основу эксперимента. Гипотеза базируется на определенных научных данных, подкрепляется теоретическими доводами и умозаключениями. При организации конкретного эксперимента параллельно с общей гипотезой могут выдвигаться и частные (рабочие) гипотезы, непосредственно связанные с общей гипотезой.

Выбираются конкретные виды эксперимента. В зависимости от цели и конкретной задачи исследования, этапа работы над проблемой, средств, используемых для проведения эксперимента и т.п. решается вопрос о видах и типах эксперимента.

Выбор и оценка общих условий проведения эксперимента, таких как контингент испытуемых, преподаватели и тренеры, которые будут принимать участие в эксперименте, место и средства для проведения экспериментальных исследований.

Отбор испытуемых для комплектования экспериментальных и контрольных групп. Эти группы должны быть максимально идентичны по своим характеристикам, поскольку это играет важную роль для оценки результатов педагогического эксперимента. Только в этом случае можно утверждать, что эффективность учебно-тренировочного процесса достигнута благодаря экспериментальной методике.

В зависимости от общей целей и частных задач эксперимента решается вопрос о том, какие экспериментальные данные исследователь должен получить в итоге. Поэтому объектом наблюдения по ходу учебно-тренировочного, учебно-воспитательного процесса всегда являются занимающиеся и тренер (преподаватель). В ходе эксперимента используются частные методы и методики для сбора необходимых данных, а по завершении эксперимента либо его части – методы, проверяющие результаты учебно-тренировочного процесса – контрольные испытания, анкетирование, беседы и т.п.

При составлении программы эксперимента в ней необходимо указать содержание и последовательность всех действий: что, где, когда и как будет проводиться, наблюдаться, проверяться, сопоставляться и измеряться; какой будет установлен порядок измерения показателей, их регистрации; какие при этом будут применяться техника, инструментарий и другие средства, кто будет выполнять работу и какую.

Таким образом, планирование эксперимента – это многоступенчатый процесс, включающий в себя:

- определение целей и задач эксперимента,
- обоснование его необходимости, формулировку научной гипотезы,
- выбор типа эксперимента,
- выбор и оценку общих условий проведения эксперимента,
- оценку и выборку уравниваемых данных, их показателей в методике сбора этих данных,
- составление общей программы эксперимента, программ ведения занятий в экспериментальных и контрольных группах, программ ведения наблюдений.

Выбирается конкретный вид эксперимента. В зависимости от цели и конкретной задачи исследования, этапа работы над проблемой, средств, используемых для проведения эксперимента и т.п. решается вопрос о видах и типах эксперимента.

Выбор и оценка общих условий проведения эксперимента, таких как контингент испытуемых, преподаватели и тренеры, которые будут принимать участие в эксперименте, место и средства для проведения экспериментальных исследований.

Отбор испытуемых для комплектования экспериментальных и контрольных групп. Эти группы должны быть максимально идентичны по своим характеристикам, поскольку это играет важную роль для оценки результатов педагогического эксперимента. Только в этом случае можно утверждать, что эффективность учебно-тренировочного процесса достигнута благодаря экспериментальной методике.

В зависимости от общей цели и частных задач эксперимента решается вопрос о том, какие экспериментальные данные исследователь должен получить в итоге. Поэтому объектом наблюдения по ходу учебно-тренировочного, учебно-воспитательного процесса всегда являются занимающиеся и тренер (преподаватель). В ходе эксперимента используются частные методы и методики для сбора необходимых данных, а по завершении эксперимента либо его части – методы, проверяющие результаты учебно-тренировочного процесса – контрольные испытания, анкетирование, беседы и т.п.

Стратегия эксперимента предполагает целенаправленно выстроенное наблюдение за выбранным явлением или объектом в заранее определенных гипотезой условиях.

Отличительными чертами экспериментального изучения являются: искусственная самостоятельная организация условий для активизации или появления определенного изучаемого психологического факта, возможность изменять условия и устранять некоторые из влияющих факторов.

Эксперимент относится к разделу эмпирических методов и выступает критерием истинности установленного явления, поскольку безоговорочным условием построения экспериментальных процессов является их повторная воспроизводимость.

Виды эксперимента

Лабораторный эксперимент присутствует при искусственном воссоздании специальных, организующих необходимую обстановку условий, при наличии аппаратуры и инструкции, определяющей действия испытуемого, сами испытуемые осознают свое участие в методе, но от них могут утаивать гипотезу, для получения независимых результатов. При такой постановке возможен максимальный контроль переменных, но полученные данные тяжело сопоставимы с реальной жизнью.

Естественный (полевой) или квазиэксперимент происходит, когда исследование проводится непосредственно в группе, где не возможна полная корректировка необходимых показателей, в естественных для выбранной социальной общности условиях. Используется для изучения взаимовлияния переменных в реальных жизненных условиях, происходит в несколько этапов: анализ поведения или отзывов исследуемого, фиксация полученных наблюдений, анализ результатов, составление полученной характеристики исследуемого.

При постановке нескольких гипотез применяется критический эксперимент, для подтверждения истинности одной из выдвинутых версий, при этом остальные признаются опровергнутыми (для реализации нужна высокая степень разработки теоретической базы, а также довольно сложное планирование самой постановки).

Проведение эксперимента актуально при проверке пробных гипотез, выбора дальнейшего хода исследования. Такой проверочный метод называется пилотажным, проводится при подключении меньшей выборки, чем при полном эксперименте, с меньшим вниманием к анализу деталей результатов, и стремится выявить лишь общие тенденции и закономерности.

Так же эксперименты различают по количеству информации, доступной испытуемому о самих условиях исследования. Выделяют эксперименты, где испытуемый владеет полной информацией о ходе исследования, те, где некоторая информация утаивается, те, где испытуемый не знает о проводимом эксперименте.

По полученным результатам различают групповые (полученные данные характерны и актуальны для описания явлений, присущих определенной группе) и индивидуальные (данные, описывающие конкретную личность) эксперименты.

6. МЕДИКО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Под физическим развитием человека понимают комплекс функционально-морфологических свойств организма, который определяет его физическую работоспособность. В это комплексное понятие входят такие факторы, как здоровье, физическое развитие, масса тела, уровень аэробной и анаэробной мощности, сила, мышечная выносливость, координация движений, мотивация и др.

Медико-педагогические исследования включают:

1. Соматоскопию (Визуальный осмотр).
2. Соматометрию (Антропометрию).
3. Метод индексов.
4. Функциональные методы исследования (определение физиологических реакций разных систем организма на нагрузку).
5. Биохимические исследования в спорте.
6. Тестирование физической подготовленности.

6.1. Соматоскопия (Визуальный осмотр)

Соматоскопия выявляет особенности телосложения, осанку и состояние опорно-двигательного аппарата.

В настоящее время нет единой классификации типов телосложения, как и конституциональных типов в целом. В нашей стране наиболее часто типы телосложения оцениваются по М.В.Черноруцкому (1928) или по рекомендациям В.Г.Штефко и А.Д.Островского.

Классификация М.В.Черноруцкого включает три типа конституции: нормостенический, гиперстенический и астенический.

У нормостеников существуют определенные пропорции между продольными и поперечными размерами тела (относительно пропорциональное тело), достаточно широкие плечи и развитая грудная клетка с прямым эпигастральным углом, хорошо развитая мускулатура и умеренное жировое отложение.

У гиперстеников пропорции смещены в сторону увеличения поперечных размеров: при относительно длинном и плотном туловище, конечности и пальцы рук относительно короткие и толстые, плечи широкие, грудная клетка короткая и широкая, эпигастральный угол тупой, таз широкий.

У астеников пропорции смещены в сторону увеличения продольных размеров: конечности тонкие и длинные, короткое туловище, грудная клетка длинная и узкая, эпигастральный угол острый, мышцы развиты слабо, осанка часто нарушена (сутулость, асимметрия и др.), шея тонкая, голова узкая или яйцеобразная, таз узкий, жировое отложение пониженное.

В.Г. Штефко и А.Д. Островский предложили четыре наиболее часто встречающиеся конституциональных типа – астеноидный, торакальный (грудной), мышечный и дигестивный.

Астеноидный тип – тонкий скелет, длинные нижние конечности, узкая грудная клетка, острый эпигастральный угол, слабо развитая мускулатура.

Торакальный (грудной) тип – развитая, длинная грудная клетка, небольшой живот, достаточно развитая мускулатура, эпигастральный угол ближе к прямому.

Мышечный тип – лицо округлое или квадратное, хорошо развитое туловище, эпигастральный угол ближе к прямому, широкие плечи, хорошо развитая мускулатура.

Дигестивный – крупная голова, развитая нижняя челюсть, короткая шея, широкая и короткая грудная клетка, хорошо развит живот, выраженные жировые отложения, тупой эпигастральный угол.

Важность индивидуальной типологической оценки состоит в том, что для каждого типа телосложения характерны особенности деятельности нервной и эндокринной систем, деятельности внутренних органов, метаболизма, иммунитета, приспособляемости к условиям внешней среды. Кроме того, формирую группы для проведения педагогических экспериментов, необходимо учитывать однородность участников по конституциональному типу.

Осанка – это привычная поза непринужденно стоящего человека.

Нормальная осанка характеризуется умеренно выраженными физиологическими изгибами позвоночника и симметричным расположением всех частей тела. Голова располагается прямо, надплечья слегка опущены и отведены назад, руки прилегают к туловищу, ноги разогнуты в коленных и тазобедренных суставах, стопы параллельны или слегка разведены в стороны. Нарушения осанки развиваются в любом возрасте при слабости мышц, заболеваниях и травмах конечностей и позвоночника. В таких случаях данные внешнего осмотра должны быть уточнены методами рентгенологического или МРТ-исследования.

При изучении осанки осмотр проводят в положениях: спереди, сбоку и сзади. Во время осмотра спереди обращают внимание на возможные асимметрии правой и левой половины туловища, положение головы относительно оси туловища, положение плеч и плечевой линии, форму грудной клетки (нормальная, патологически измененная), рук, ног, положение таза (высота и симметричность гребней подвздошных гребней). Осмотр сбоку позволяет изучить осанку в сагиттальной плоскости и определить форму спины по величине изгибов позвоночника (плоская, круглая, сутулая, плосковогнутая, кругловогнутая и др.). При осмотре сзади выявляют возможные искривления позвоночника во фронтальной плоскости, характерные для сколиоза, по положению углов лопаток, вы-

соте стояния плеч и симметричности плечевой линии, направление искривления позвоночника и его форму.

Форма спины определяется выраженностью физиологических изгибов позвоночника (в см) кзади (кифоз) и кпереди (лордоз) по отношению к его вертикальной оси в сагиттальной плоскости.

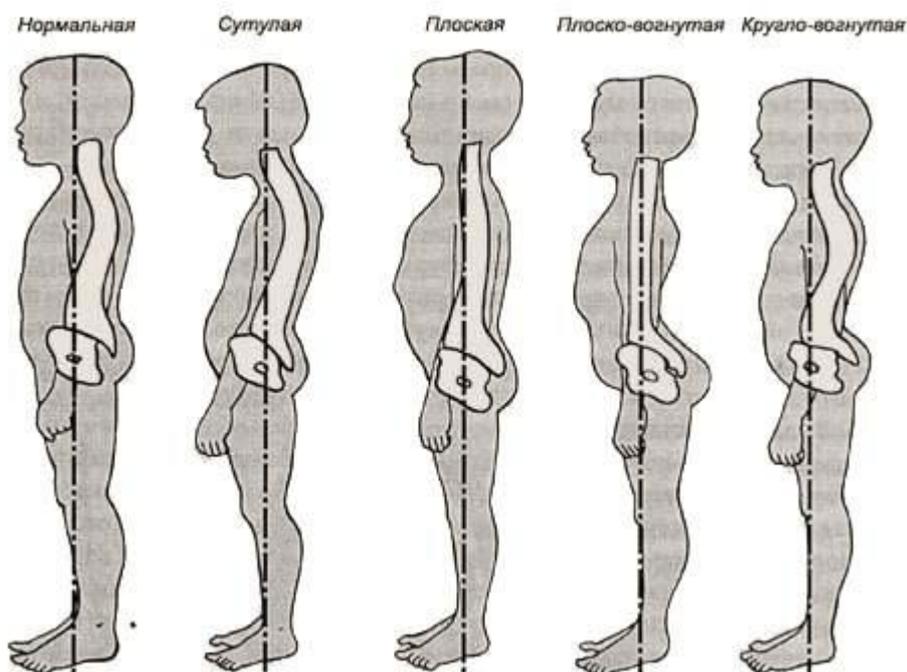
Нормальная форма: грудной кифоз = 2 см поясничный лордоз = 4 см.

Плоская спина: грудной кифоз < 2 см поясничный лордоз < 2 см.

Круглая спина: грудной кифоз > 4 см поясничный лордоз < 2 см.

Плоско-вогнутая: грудной кифоз < 2 см поясничный лордоз > 4 см.

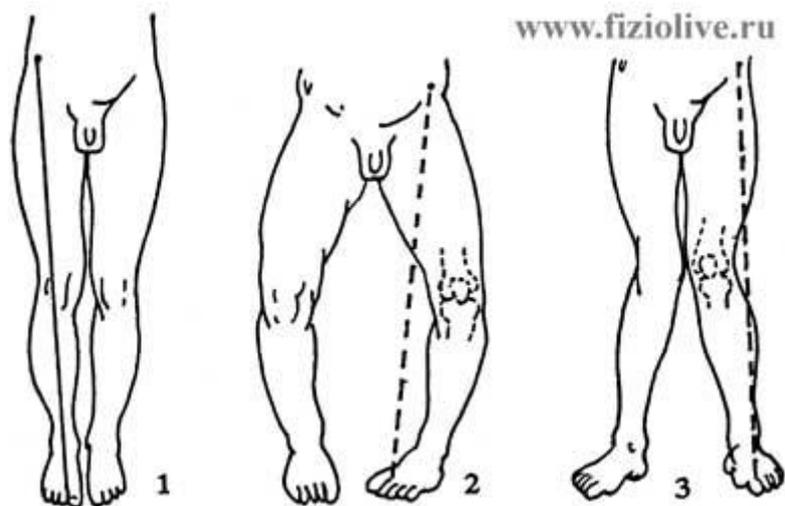
Кругло-вогнутая: грудной кифоз > 4 см поясничный лордоз > 4 см.



Чаще других развивается сутулая или круглая спина. У подростков ее называют юношеским кифозом. Круглая и кругло-вогнутая спина способствуют нарушению функции дыхания и кровообращения. Плоская спина снижает рессорную функцию позвоночника.

При сколиозе любой локализации помимо указанных нарушений развиваются различные деформации грудной клетки и позвоночника, что усугубляет нарушения функций названных систем.

Для определения формы ног обследуемому предлагают в положении стоя соединить пятки и несколько развести носки врозь. Различают: прямые (ровные) ноги, ноги с Х-образным и О-образным искривлением. Ноги считают прямыми, если колени, стопы соприкасаются. И продольные оси голени совпадают с продольными осями бедра. При Х-образных ногах соприкасаются только колени, при О-образных – только стопы.



Форма ног:

- 1 – нормальная (ось нижней конечности в норме);
- 2 – О-образная деформация нижней конечности (варусная);
- 3 – Х-образная деформация нижней конечности (вальгусная).

Для определения формы рук в положении стоя обследуемый должен вытянуть руки вперед ладонями вверх и соединить их так, чтобы мизинцы кистей соприкасались. Если руки прямые, то они не соприкасаются в области локтей, при Х-образной форме – соприкасаются.

Развитие мускулатуры оценивают как хорошее, среднее и слабое – по состоянию тонуса (хороший, сниженный), мышечной силы (по показателям динамометрии в кг), выраженности рельефа мышц (плохой, хороший, отличный) и пропорциональности развития мускулатуры конечностей, симметричных мышечных групп (гармоничное, негармоничное).

Жироотложение оценивается по толщине подкожно-жировой клетчатки. Различают нормальную, пониженную и повышенную упитанность. Измерение производится в положении стоя на спине исследуемого под углом лопатки и на животе, на уровне пупка справа и слева от него с помощью калипера. При пониженной упитанности костный и мышечный рельефы легко просматриваются. Если развитие подкожно-жировой клетчатки нормальное, то кожная складка берется свободно, но концы пальцев прощупывают друг друга хуже, костный и мышечный рельефы слегка сглажены. Толщина складки в среднем под углом лопатки у мужчин 0,8 см, у женщин до 1,8 см, а в области пупка в пределах 1,5 см у мужчин и 1,5–2,0 см у женщин. При повышенном развитии кожная складка берется с трудом, костный и мышечный рельефы отчетливо сглажены. В этом случае следует указать по верхнему или по нижнему типу отмечается повышенное жироотложение.

6.2. Соматометрия (Антропометрия)

Антропометрия отражает количественную характеристику показателей физического развития, а проводимая в динамике, позволяет оценить эффективность медицинской реабилитации. При антропометрических исследованиях обследуемый должен быть без одежды. Техника и методика антропометрии требуют определенных практических навыков. Необходимы точность, аккуратность, внимательность, умение обращаться с антропометрическим инструментарием, проверять его и производить метрологический контроль.

Измерение массы тела. Для измерения массы тела используются десятичные или электронные медицинские весы чувствительностью до 50 г. Перед взвешиванием необходимо выверить весы. Взвешивание производится в утренние часы, натощак, без обуви и минимумом одежды (трусы, бюстгалтер). Исследуемый становится точно на середину площадки весов (при стоянии на переднем крае площадки вес уменьшается, а на заднем – увеличивается на 100–150 г).

На сегодняшний день в спорте все шире используется наряду с измерением массы тела биоимпедансный метод определения состава тела. С этой целью используется специальная аппаратура (весы Танита, АВС–02 «Меддасс», анализаторы состава тела Omron, InBody), которая позволяет определить процентное содержание мышечной и костной массы, жира, воды. Данный метод помогает более точно определить, как тренировочный процесс влияет на соотношение тканей опорно-двигательного аппарата, водный обмен в организме.

Измерение роста. Производится при помощи ростомера или антропометра. Ростомер состоит из двухметровой вертикальной планки с сантиметровыми делениями, по которой перемещается горизонтальная планшета. Стойка укреплена на площадке. Для измерения роста в положении стоя обследуемый становится на площадку деревянного ростомера таким образом, чтобы касаться вертикальной планки (стойки) ростомера пятками, ягодицами, межлопаточной областью; голова должна находиться в таком положении, чтобы линия, соединяющая наружный угол глаза и козелок уха, была горизонтальной. После того как обследуемый принял правильное положение, сверху по стойке осторожно опускают скользящую муфту с горизонтальной планшеткой до соприкосновения с головой. Цифра, на которой фиксирована планшетка, показывает рост в сантиметрах (определяется по показаниям правой шкалы). Измерение роста производится с точностью до 0,5 см.

Измерение окружности грудной клетки

Производят сантиметровой лентой в вертикальном положении обследуемого. Ленту располагают сзади у лиц обоего пола под нижние углы лопаток. Спереди у мужчин по нижнему сегменту околососковых круж-

ков, у женщин над грудной железой на уровне прикрепления 4 ребра к груди. При наложении сантиметровой ленты обследуемый отводит руки в стороны. Измеряющий, удерживая в одной руке оба конца ленты, свободной рукой проверяет правильность ее наложения. Измерения проводят при опущенных руках. Окружность грудной клетки измеряется на максимальном вдохе, полном выдохе и во время паузы. Чтобы уловить момент паузы, обследуемому задают какой-либо вопрос и во время ответа производят измерения. Разница между величинами окружностей в фазе вдоха и выдоха определяет степень подвижности грудной клетки (экскурсию, размах).

Гониометрия (углометрия)

Гониометрия (динамическая соматометрия, углометрия) – раздел антропометрии, измерение, описание и изучение подвижности суставов человека. Нарушение биомеханики сустава ведет к изменению нормальной подвижности конечности, повышает затраты энергии при движении, приводит к повышению утомляемости двигательных структур, и как следствие, к нестабильности суставов. Своевременное выявление нарушений подвижности в суставах позволяет выявлять группы риска по заболеваниям опорно-двигательного аппарата.

При углометрии (гониометрии) суставов следует применять единую стандартную методику измерения. Основным вопросом при использовании такой методики является исходная позиция. В качестве таковой принимается анатомическая позиция, представляющая 0° движения суставов. Для некоторых суставов или определенных движений в них анатомические позиции можно дополнительно уточнить или скорректировать, получая так называемые исходные позиции, являющиеся одним из основных элементов углометрии (ангулометрии). Путем использования исходных позиций легче отметить и устранить заместительные движения, которые приводят к неточным результатам при измерениях.

Измерение каждого движения в любом суставе следует начинать с 0° (анатомической стандартной исходной позиции) с последующим увеличением до 180° . Амплитуда движения, то есть путь, пройденный сегментом тела по дуге движения, отмечают положительно в угловых градусах. Так, например, при измерении сгибания в локтевом суставе стандартной исходной позицией является совершенно разогнутая в локте рука, что принимают за 0° флексии. Если вследствие патологических изменений движение ограничено, и предплечье невозможно согнуть до прямого угла, флексия будет равна примерно $0^\circ-70^\circ$. При вероятном улучшении амплитуды движения, увеличенную флексию можно отметить соответствующим возрастанием цифровых данных, например, флексия $0^\circ-90^\circ$ при сгибании предплечья до прямого угла или флексия $0^\circ-145^\circ$ при полном восстановлении движения.

Если при движении в данном суставе нельзя достичь исходной стандартной позиции (например, вследствие патологических изменений), тогда эта недостаточность или ограничение движения находит численное выражение в градусах той части дуги движения, которая не может быть пройдена до исходной позиции.

Этот способ измерения движения в суставах дает сравнительно небольшие цифры, которые, естественно, увеличиваются с увеличением объема движений.

Для измерения амплитуды движений суставов применяют главным образом два вида угломеров. Одним из них является так называемый универсальный угломер. Он представляет собой транспортер со шкалой до 180° , к которому прикреплены два плеча. Одно из них неподвижно связано с транспортером, а другое – подвижное – прикреплено к его центру. Наиболее удобны универсальные угломеры из прозрачной пластмассы с длиной плеч 30–40 см, что позволяет правильно ориентировать их при измерении более длинных сегментов тела.

При измерении объема движений с помощью универсального угломера необходимо поставить плечи последнего по продольной оси анатомических сегментов, образующих сустав. Для более точной ориентации плеч служат избранные точки на костях сегментов. Эти точки имеют постоянное расположение, и они не изменяются при отечности мягких тканей, при индивидуальном развитии мускулатуры и пр.

Неподвижное, несущее транспортер плечо угломера ставят вдоль неподвижного, как правило, проксимального сегмента сустава. Подвижное плечо угломера ориентируют к дистальному сегменту, являющемуся подвижным при измерении. Фиксировать центр угломера в течение всего исследования на определенном анатомическом пункте сустава, специфическом для каждого отдельного сустава, неправильно. Необоснованно утверждение, что такой пункт соответствует оси движения сустава и что это обеспечивает правильное положение угломера. Кинезиологические исследования указывают, что при большинстве суставов ось движения перемещается с прогрессированием самого движения. Причиной этого является неправильная (в большинстве случаев) геометрическая форма поверхностей суставов. Вот почему ось движения следует искать в точке пересечения продольной проекции плеч анатомического угла.

Вторым видом угломеров являются гравитационные со шкалой обычно 360° (полный круг) и свободно подвижным гравитационным индикатором (небольшой шарик или стрелка), который под действием собственной тяжести показывает вертикальное направление на шкале. Чаще всего гравитационные угломеры снабжены одним плечом или основанием, к которому прикреплена шкала. Плечо или основание ставят вдоль подвижного сегмента сустава, подбирая исходное положение так, чтобы измеряемое движение совершалось в сагиттальной или фронтальной плоскости. По шкале

отчитывают величины в градусах, указываемых индикатором в начальном и конечном положении исследуемого движения. Разница между двумя величинами представляет собой объем движений.

Для правильного и стандартного расположения гравитационного угломера вдоль сегментов тела желательно также использовать определенные точки на костях, ставя плечо или основание угломера по продольной оси сегмента.

На практике более распространены универсальные угломеры, так как с их помощью измерение объема движений большинства суставов конечностей производится легче и точнее. Для измерения некоторых отдельных движений, гравитационные угломеры более пригодны, как, например, для измерения амплитуды ротации тазобедренного и луче-локтевого суставов и движений в различных секторах позвоночника.

Во избежание каких-либо различий и возможных ошибок при углометрии суставов целесообразно создать и усвоить единую стандартную методику измерения каждого отдельного сустава. Исходя из изложенных выше соображений, эта методика должна содержать следующее:

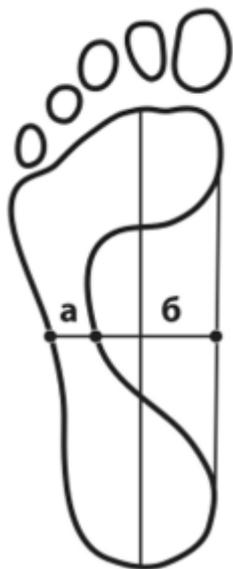
- исходная позиция для данного сустава (анатомическая или скорректированная анатомическая) должна быть применима к большей части исследований;
- угломер должен быть поставлен правильно – соответственное ориентирование его плеч с помощью отличительных костных точек;
- указания о наиболее часто встречающихся ошибках при измерении в связи с возможными заместительными или компенсаторными движениями, что позволяет своевременно распознать их и устранить.

Исследования показали, что при использовании данной методики углометрия практически достоверна. Средняя ошибка при измерении объема движений отдельных суставов колеблется в пределах 1–2°.

Плантометрия (подометрия)

Стопа – орган опоры и передвижения. Различают стопу нормальную, уплощенную и плоскую. Для определения формы стопы осматривают ее опорную поверхность и обращают внимание на ширину перешейка, соединяющего область пятки с передней частью стопы. Кроме того, обращают внимание на вертикальные оси ахиллова сухожилия и пятки при нагрузке. При нормальной стопе перешеек узкий, вертикальные оси расположены по одной линии, строго перпендикулярно к поверхности опоры. При уплощенной стопе перешеек широкий, линия его наружного края несколько выпуклее, вертикальные оси также перпендикулярны поверхности опоры. При плоской стопе перешеек занимает почти всю его ширину, часто ось пятки с осью ахиллова сухожилия образуют угол, открытый кнаружи.

Форма стопы. Стопа может иметь нормальную форму, уплощенную и плоскую. Определяют состояние стопы по отпечаткам ее подошвенной поверхности методом плантографии (отпечатков) и измерению ее размеров – подометрии. При нормальной стопе ее свод составляет $\frac{1}{3}$ поперечника стопы, при уплощенной – до $\frac{1}{2}$ и при плоской более $\frac{1}{2}$ поперечника стопы.



Помимо осмотра можно применять методы получения отпечатков стопы (плантография). В настоящее время исследование нарушений опорной функции стопы исследуют с помощью специальной аппаратуры. Этот метод позволяет более точно и быстро выяснить, как нагрузка от давления массы тела разделяется на стопы. На экране компьютера появляется карта стопы, указывающая на те области и точки стопы, которые перегружены, а также те, что недостаточно нагружены.

Высокий уровень заболеваемости плоскостопием, отмеченный в основном у лиц молодого возраста и имеющий в настоящее время тенденцию к росту, определяет не только медицинскую, но и высокую социальную значимость этой проблемы. По оценкам различных эпидемиологических исследований у 10–15% всего населения встречается плоскостопие. В структуре ортопедических заболеваний стоп плоскостопие занимает доминирующее положение

Среди лиц, с выявленными признаками плоскостопия, особое место занимают спортсмены, основными причинами развития заболевания у которых являются сверхвысокие физические нагрузки на тренировках и соревнованиях, ношение неправильной обуви и спортивного снаряжения, несоблюдение режима питания и отдыха и постоянное увеличение спортивных нормативов.

В патогенезе плоскостопия у спортсменов большую роль играет ухудшение кровообращения стоп, переутомление плантарных и тиббиальных групп мышц. Под влиянием длительных и значительных физических нагрузок наступает декомпенсация мышечно-связочного аппарата, нарушаются взаимоотношения в мелких суставах стопы, уменьшается свод стопы, ухудшается ее «рессорная» функция, развивается болевой синдром. Эти изменения сопровождаются нарушением трофики в мышечно-скелетной системе преимущественно голени и стопы. Вследствие этого значительно снижаются функциональные возможности и спортивные результаты у спортсменов, имеющих клинические признаки плоскостопия. Своевременная диагностика позволяет выявить нарушения опорной функции стопы и принять медико-педагогические меры по их профилактике и лечению.

Измерение жизненной емкости легких

Измерение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) – спирометрия, производится следующим образом: обследуемый предварительно делает глубокий вдох, затем выдох. Еще раз, глубоко вздохнув, берет наконечник спирометра в рот и медленно выдыхает в трубку до отказа. Подробнее об этом методе исследования материал изложен в параграфе о функциональной диагностике органов дыхания.

Измерение силы мышц – динамометрия

Величины динамометрии характеризуют силу мышц кистей, разгибателей спины и т.п. Измерение силы мышц производится динамометрами, ручным, становым, полидинамометром.

Измерение силы мышц кисти (силы сжатия) производится ручным динамометром. Обследуемый в положении стоя захватывает рукой динамометр, без напряжения в плече вытягивает руку в сторону и сжимает динамометр с максимальной силой (не разрешается сходить с места и сгибать руку в локтевом суставе).

Измерение силы мышц спины (разгибателей) или становой силы производится становым динамометром. При измерении становой силы рукоятка динамометра должна находиться на уровне коленей. Обследуемый становится на специальную подставку, сгибаясь в пояснице, берется обеими руками за ручку динамометра и затем постепенно, без рывков, не сгибая коленей, с силой выпрямляется до отказа. Противопоказанием для измерения становой силы являются: беременность, менструация, наличие грыж, отсутствие одной кисти или нескольких пальцев, наличие грыжи Шморля, выраженный артроз.

В последнее время стали широко использоваться полидинамометры – приборы для измерения силы в разных мышцах человека. Полидинамометрическое исследование проводится на специальном столе – станке или кресле – стуле, который позволяет делать измерение силы определенной мышечной группы. Этот метод позволяет, во-первых, четко определить силовую подготовленность каждой из участвующих в данном движении мышц, а во-вторых, сравнить ее с образцами – эталонами (подготовленностью спортсменов соответствующей квалификации).

Миотонометрия

Особо следует остановиться на исследовании мышечного тонуса, к которому весьма часто прибегают в спортивной медицине, и не только при осмотре спортсменов, но и при контроле за эффективностью тренировочного процесса. Тонус мышцы (т.е. ее упругость и твердость), обусловливаемый постоянным рефлекторным возбуждением, наблюдаемым как во время работы, так и в состоянии покоя мышцы, является одной из важнейших характеристик ее возможностей. Исследование мышечного тонуса необходимо проводить в одном и том же положении (обычно сидя или лежа) в симметричных точках. Используются пружинные или электрические

миотонометры (электромиотонометр Ю.М. Уфлянда, миотонометр Сирмаи, миосейсмотонометр В.Л. Федорова, и др.), позволяющие определять то сопротивление, которое оказывает мышца при погружении в нее щупа прибора (давление всегда производится с постоянной силой). Выражается оно в условных единицах – миотонах. Миотонометр устанавливается на середину мышцы перпендикулярно к ходу мышечных волокон. Мышечный тонус определяется сначала в покое при максимальном расслаблении мышцы (если регистрируется низкий тонус, то это свидетельствует о способности ее к быстрым сокращениям), затем при ее максимальном напряжении, после чего вычисляется разность этих показателей (амплитуда), которая характеризует работоспособность мышцы и скорость течения восстановительных процессов (транспорт кислорода, питательных веществ).



Фото 1

Продукты метаболизма лучше удаляются кровью в размягченных мышцах. В норме амплитуда у спортсменов колеблется обычно в пределах 33–59 миотон. Снижению тонуса мышцы в покое способствует восстановительный массаж, повышение температуры окружающей среды и самой мышцы.

Утомление мышцы сопровождается возрастанием тонуса расслабления, снижением тонуса напряжения и уменьшением амплитуды, что свидетельствует об ухудшении ее функционального состояния.

Информативность миотонометрии увеличивается при динамических наблюдениях. Получаемая информация позволяет своевременно определить местное утомление и принять соответствующие меры (изменить режим тренировки, назначить соответствующие восстановительные процедуры и т.д.), что позволяет избежать предпатологических и патологических изменений в мышцах.

6.3. Метод индексов

История развития методов оценки физического развития началась с метода индексов, широкое распространение которого объяснялось простотой вычисления, легкостью применения.

Существенным недостатком этого метода является исходное предположение о том, что форма и размеры тела у всех людей изменяются пропорционально. Современные антропологические исследования показывают, что при изменении одного из размеров человеческого тела не существует пропорционального изменения других.

Поэтому в настоящее время индексы практически не применяются для оценки физического развития детей и подростков. Но некоторые из них используются в научных исследованиях в сфере физической культуры и спорта, позволяя отслеживать изменения в организме спортсменов и физкультурников.

Наиболее научно обоснованным, оправдавшим себя на практике и простым в измерении является индекс массы тела (ИМТ) или индекс Кетле 2 (англ. Bodymassindex (BMI)).

Определение ИМТ, для которого необходимы простейшие антропометрические данные и не требуются росто-весовые таблицы, имеет большое практическое значение. Этот индекс, в сравнении с другими (Брока, Шелдона и т.п.), в наибольшей мере коррелирует с показателями здоровья и принят в большинстве зарубежных стран.

ИМТ рассчитывается по общепринятой формуле:

$$\text{ИМТ (кг/м}^2\text{)} = \text{МТ (кг)} / \text{Рост}^2 \text{ (м}^2\text{)}$$

Критерием оптимальности физического развития являются значения индекса в пределах 20–25 кг/м².

На его основании разработаны оценочные таблицы, позволяющие определять оптимальную, избыточную и недостаточную массы тела.

Таблицы дифференцированы для различных возрастных групп и составляют следующие показатели для:

- 6–8-летних детей обоего пола 16 кг/м²
- 9–10-летних детей обоего пола 17 кг/м²
- 11-летних детей обоего пола 18 кг/м²
- 12-летних детей обоего пола 19 кг/м²
- 13–16-летних мальчиков 20 кг/м²
- 17-летних мальчиков 21 кг/м²
- 13–14-летних девочек 20 кг/м²
- 15–17-летних девочек 21 кг/м²

Верхняя граница нормы, т.е. величина, начиная от которой вес считается избыточным, определяется путем прибавления к должной величине 2-х единиц, что составляет примерно 10% от приведенных возрастно-половых норм. Так, избыток массы тела для 6-8 летних детей начинается с 18 кг на м², для 9–10-летних – с 19 кг/м².

В зависимости от соотношения массы и длины тела выделяются следующие 4 группы детей:

- 1) с оптимальной массой тела;
- 2) с избыточной массой тела;
- 3) с пониженной массой тела;
- 4) с дефицитом массы тела.

Кроме показателя ИМТ для оценки физического развития можно использовать следующие формулы:

Весо-ростовой показатель (по Броку)

Рост (см) – 100, а лучше 105 = вес (кг)

Показатель Бонгарда

Рост (см) × окружность грудной клетки (см)/240

Показатель упитанности

Вес (гр)/рост стоя (см)

Для мужчин 300

Для женщин 500

Показатель крепости телосложения (Индекс Пинье)

Рост стоя (см) – [окружность грудной клетки (см)+вес (кг)]

10 – крепкое

20–25 – хорошее

25–30 – среднее

30–35 – слабое

Показатель развития грудной клетки (Индекс Эрисмана) – разница между окружностью грудной клетки на паузе и 0,5 роста. У женщин индекс в норме равен 3–5 см, у мужчин – 5–9 см.

Размах грудной клетки – разница между окружностью грудной клетки на вдохе и выдохе. У женщин размах составляет 5–7 см, у мужчин – 7–9 см.

Жизненный индекс

Объем ЖЕЛ (см³) / вес (кг)

Норма для мужчин 60–70

Норма для женщин 50–55

Силовой кистевой индекс

Показатель ручного динамометра (см) × 100 / вес (кг)

Норма для мужчин 60–70%

Норма для женщин 50–55%

Силовой становой индекс

Показатель становой динамометрии (кг) / вес (кг)

Норма для мужчин 3

Норма для женщин 2

Показатель пропорционального телосложения

Рост стоя (см) – рост сидя (см)) × 100 / рост сидя (см)

Норма для мужчин и женщин 87–92, у женщин он несколько ниже.

Индекс абдоминального ожирения (ИАО)

В 2010 г. Marco S. Amato и другими был предложен новый маркер дисфункции жировой ткани – индекс висцерального ожирения (VAI, visceral adiposity index). Доказано, что данный показатель является специфичным математическим индексом, основанным на простом вычислении на основе данных метаболических и антропометрических показателей. Данный пока-

затель показывает склонность к развитию метаболического синдрома (ожирение, атеросклероз, сахарный диабет 2 типа и др.).

$$\text{ИАО} = \text{ОТ} / \text{ОБ}$$

где ОТ – окружность талии в см, ОБ – окружность бедер в см.

У мужчин в норме ИАО – 0,9, у женщин ИАО – 0,85.

6.4. Функциональные методы исследования

Уровень адаптации какой-либо системы или организма в целом невозможно оценить при исследовании его лишь в состоянии покоя, поэтому необходимы функциональные пробы. Поэтому помимо известных методов, таких как соматоскопия, антропометрия, метод индексов, результаты которых дают представление исследователю о текущем состоянии тех или иных систем организма спортсмена или физкультурника, в физической культуре и спорте широко используются функциональные методы исследования, которые позволяют в высшей степени достоверности судить о функциональной способности организма, облегчают выбор методики и дозировки средств физической культуры.

Функциональными методами называют специальные методы исследования, используемые для оценки и характеристики функционального состояния организма. Функциональная проба – нагрузка, применяемая для оценки сдвигов функции различных органов и систем.

К функциональным пробам предъявляют следующие требования: проба должна быть нагрузочной, т.е.

- она должна вызывать устойчивые сдвиги в исследуемой системе;
- проба должна быть эквивалентной нагрузкам в жизненных условиях;
- проба должна быть стандартной, надежной, воспроизводимой;
- проба должна быть объективной, когда разные лица, пользуясь определенным тестом и обследуя одну и ту же группу лиц, получают при этом одинаковые результаты;
- проба должна быть информативной или валидной, когда оценка, полученная при обследовании группы в целом, совпадает со спортивными результатами тестируемых лиц;
- проба должна быть безвредной.

Показания к проведению функциональных проб:

- 1) определение физической подготовленности к занятиям спортом, физической культурой;
- 2) экспертиза профессиональной пригодности;
- 3) оценка функционального состояния сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма здоровых и больных людей;
- 4) оценка эффективности программ тренировки и реабилитации.

Противопоказания к проведению функциональных проб:

- 1) тяжелое общее состояние больного;

- 2) острый период заболевания;
- 3) повышенная температура тела;
- 4) кровотечение;
- 5) выраженная недостаточность кровообращения;
- 6) быстро прогрессирующая или нестабильная стенокардия;
- 7) гипертонический криз;
- 8) аневризма сосудов;
- 9) выраженный аортальный стеноз;
- 10) тяжелое нарушение ритма сердца (тахикардия свыше 100–110 уд./мин, групповые, частые или политопные экстрасистолы, мерцательная аритмия, полная блокада и др.);
- 11) острый тромбофлебит;
- 12) выраженная дыхательная недостаточность;
- 13) острые психические расстройства;
- 14) невозможность выполнения пробы (болезни суставов, нервной и нервно-мышечной систем, которые мешают проведению проб).

Показания для прекращения тестирования:

- 1) прогрессирующая боль в груди;
- 2) выраженная одышка;
- 3) чрезмерное утомление;
- 4) бледность или цианоз лица, холодный пот;
- 5) нарушение координации движений;
- 6) невнятная речь;
- 7) чрезмерное повышение артериального давления, не соответствующее возрасту обследуемого на увеличение нагрузки;
- 8) понижение систолического артериального давления;
- 9) отклонение на электрокардиограмме – ЭКГ (суправентрикулярная или желудочковая параксизмальная тахикардия, появление желудочковой экстрасистолии, нарушение проводимости и др.).

6.5. Классификация функциональных проб

I. По системному принципу (в зависимости от того, функциональное состояние которой из систем организма оценивается) подразделяются на пробы для дыхательной, сердечно-сосудистой, нервной и мышечной систем.

II. По времени проведения проб (в зависимости от того, в какой период регистрируется выходной сигнал: непосредственно во время воздействия или сразу после него). В первом случае оценивается адаптация к воздействию фактору, во втором – характер восстановительных процессов.

III. По виду входного воздействия: 1) физическая нагрузка; 2) изменение положения тела в пространстве; 3) натуживание; 4) изменение газового состава вдыхаемого воздуха; 5) температурное воздействие; и др.

IV. По интенсивности применяемых нагрузок; 1) с малой нагрузкой; 2) со средней нагрузкой; 3) с большой нагрузкой: а) субмаксимальной, б) максимальной.

V. По характеру физической нагрузки: 1) аэробные; 2) анаэробные.

VI. В зависимости от количества применяемых нагрузок: 1) одномоментные; 2) двухмоментные; 3) трехмоментные.

Виды физических нагрузок, применяемых при проведении функциональных проб:

А. Непрерывная нагрузка равномерной интенсивности.

Б. Ступенеобразно повышающаяся нагрузка с интервалами отдыха после каждой ступени.

В. Непрерывная работа равномерно повышающейся мощности.

Г. Непрерывная, ступенеобразно повышающаяся нагрузка без интервалов отдыха.

Выбирая конкретные методы исследования, преимущество следует отдать тем, в которых результаты имеют количественное (цифровое), а не только описательное (например, лучше – хуже, больше – меньше) выражение. Для практического использования пригодны только такие тесты, для которых дана шкала оценок или нормативов (так называемые должные величины). Исключительно важное значение имеет точное соблюдение инструкции проведения обследования (методика теста).

Наиболее распространены пробы с физическими нагрузками, так как они легко дозируются, могут быть воспроизведены в любом месте и в любое время, наиболее физиологичны и можно подобрать для исследования тесты в соответствии с возрастом, полом и физической подготовкой обследуемого.

При решении вопроса об адекватности физической нагрузки важнейшее значение имеет функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

6.6. Функциональные пробы для оценки состояния сердечно-сосудистой системы

Их можно разделить на специфические и неспецифические. Специфические имитируют конкретный вид спорта и оценивают характерные для него функциональные качества (работа на велотренажере, в гребном аппарате, плавание контрольной дистанции, отрыв штанги и т.д.).

Неспецифические пробы (20 приседаний, 3-минутный бег на месте и т.д.) отражают общие изменения, возникающие в организме человека в ответ на стандартные физические нагрузки.

В спортивной практике чаще используются пробы с дозированной физической нагрузкой, которые не требуют специальных условий и дает определенные сдвиги со стороны пульса и давления.

Различают: одномоментные, двух и трехмоментные пробы.

Для проведения функциональных проб с нагрузкой необходимы: секундомер, прибор для измерения артериального давления (АД), метроном.

В двухмоментных пробах физическая нагрузка выполняется дважды (ЧСС и АД определяют после каждой нагрузки).

Методика выполнения одномоментных проб

Первый этап: измеряют ЧСС и АД в покое. Затем выполняется физическая нагрузка в разных вариантах:

Проба Мартине – 20 приседаний за 30 с.

Проба Гориневского – трехминутный бег на месте в темпе 180 шагов в мин., либо 60 подскоков за 30 с.

Второй этап: после выполненной нагрузки регистрируют ЧСС и АД в течение 3–5 мин. В первые 10 с каждой минуты измеряют ЧСС, а за оставшиеся 50 с – АД. Анализируют величину изменений показателей сразу после работы в сравнении с покоем, длительность и характер восстановления.

Принципы оценки:

После 20 приседаний при хорошем функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы обследуемого ЧСС 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 мин.

После 3-минутного бега 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 мин. Тренированный организм проявляет признаки экономизации деятельности сердечно-сосудистой системы и в покое, и в нагрузке. У слаботренированных лиц сдвиги более значительны, восстановление затягивается.

Проба Леви-Гориневской (для детей и подростков)

Методика: проба заключается в регистрации изменений ЧСС, АД и частоты дыханий после 30 подскоков на высоту 3–4 см в течение 15 с (или 60 подскоков в течение 30 с). ЧСС регистрируют в исходном состоянии сидя (трижды до получения стабильных значений), первые 6 с после нагрузки и в дальнейшем через каждые 60 с до полного восстановления; АД – соответственно в исходном состоянии и на каждой минуте восстановления в интервале от 15 до 40 с.

В качестве дозированных нагрузок для детей и подростков рекомендуются также приседания: до 8 лет – 20 приседаний, в 9–10 лет – 25, для мальчиков 12–14 лет – 35, для девочек этого же возраста – 30.

Выделяют три типа реакции сердечно-сосудистой системы на данную функциональную пробу: благоприятный, допустимый и неблагоприятный (табл. 1).

Таблица 1

**Принципы оценки типа реакции сердечно-сосудистой системы
на функциональную пробу Леви-Гориневской**

Тип реакции	Объективные данные	Субъективные данные
Благоприятный	Учащение пульса на 1–6 ударов за 10 с, увеличение максимального АД на 5–10 мм рт.ст., восстановление пульса и дыхания на 1–2 мин после нагрузки	Самочувствие хорошее
Допустимый	Учащение пульса и дыхания, неадекватное нагрузке, восстановление затягивается до 3 мин	Видимых нарушений самочувствия не наблюдается
Неблагоприятный	Резкое учащение пульса и дыхания, извращенная реакция АД, восстановление пульса на 4-й минуте и позже, ухудшается ритмичность пульса	Самочувствие ухудшается

Определение индекса Руффье и Руффье-Диксона

Метод позволяет оценить работоспособности сердца и тренированности организма в целом:

- оценить адаптацию сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке;
- определить физическую толерантность организма;
- оценить резервные функциональные возможности сердца;
- определить скорость восстановительных процессов сердечно-сосудистой системы после физической нагрузки

Проба (индекс) Руффье

У испытуемого после отдыха в положении лежа на спине в течение 5 минут (или, если невозможно лёжа, то после отдыха сидя) измеряют пульс за 15 секунд (P_1); затем в течение 45 секунд испытуемый выполняет 30 приседаний. После окончания нагрузки испытуемый ложится (садится) и у него вновь подсчитывается пульс за первые 15 секунд (P_2), а потом – за последние 15 секунд первой минуты отдыха (P_3). Оценку работоспособности сердца производят по формуле:

$$\text{Индекс Руффье} = \frac{4 \times (P_1 + P_2 + P_3) - 200}{10}$$

Методика:

1. Отдыхаем 5 минут, замеряем пульс 15 секунд.
2. 30 приседаний за 45 секунд, садимся (тут началась т.н. «первая минута отдыха») и считаем пульс 15 секунд.

3. Через 30 секунд снова считаем пульс 15 секунд (то есть, последние 15 секунд «первой минуты отдыха»).

Оценка. Для взрослого: если полученный индекс меньше 3 – хорошая работоспособность; 3–6 – средняя; 7–9 – удовлетворительная; 10–14 – плохая (средняя сердечная недостаточность); 15 и выше (сильная сердечная недостаточность)

Если тестирование проводят детям, то по результатам тестирования дети распределяются по физкультурным группам.

Уровни высокий и выше среднего – основная физкультурная группа. Это практически здоровые дети. Нагрузка без ограничений.

Средний – подготовительная физкультурная группа. Дети занимаются по основной программе, но не сдают нормативы по бегу и не участвуют в соревнованиях.

Удовлетворительный и низкий – специальная физкультурная группа. Это дети, требующие индивидуального подхода, то есть группа ЛФК.

Проба (индекс) Руфье-Диксона

Это другой вариант расчета, называемый индексом Руфье-Диксона. В ней используются те же значения частоты сердцебиения, что и в пробе Руфье (смотрите выше).

Формула:

$$\text{Индекс Руфье-Диксона} = \frac{(P_2 - 70) + (P_3 - P_1)}{10}$$

Оценка. Полученный индекс Руфье-Диксона расценивается как:

- **0,1–5** – хорошая работоспособность;
- **5,1–10** – средняя;
- **10,1–15** – удовлетворительная;
- **15,1–20 и выше** – плохая.

Ограничения методов Руфье и Руфье-Диксона

Оценивается только частота пульса, на значение которого дополнительно может влиять:

- эмоциональное состояние человека во время тестирования;
- физическое состояние;
- состояние здоровья тестируемого;
- неточность подсчета пульса.

То есть, сердцебиение зависит от множества внешних и внутренних факторов, уровня гормонов, состояния легких и других органов. Значения выше средних не всегда могут говорить о болезнях или недостаточности. В таких случаях рекомендуется комплексная проверка здоровья, проведенная несколькими специалистами.

Функциональная проба Кверга

Определяется степень адаптации организма к разнохарактерной нагрузке.

Методика: последовательно выполняются 30 приседаний за 30 с, максимальный бег на месте в течение 30 с, 3-минутный бег на месте с частотой 150 шагов в минуту и подскоки со скакалкой – 1 мин. Общее время нагрузки – 5 мин. Сразу после нагрузки оценивается ЧСС1 за 30 с, повторно через 2 мин. ЧСС2 и через 4 мин. ЧСС3.

Результат рассчитывается по формуле:

(Время работы в с × 100) / [2 (ЧСС1 + ЧСС2 + ЧСС3)]

Оценка результата. При значении показателя более 105 адаптация к нагрузке считается очень хорошей, 99...104 – хорошей, 93...98 – удовлетворительной, менее 92 – слабой.

Комбинированная проба Летунова

В основе пробы – определение направленности и степени выраженности сдвигов базовых гемодинамических показателей (ЧСС и АД) под влиянием физических нагрузок различной направленности, а также скорости их восстановления. Необходимая аппаратура: тонометр, фонендоскоп, секундомер, метроном.

Методические указания: у обследуемого в состоянии покоя (после 5 мин пребывания в положении сидя в расслабленном состоянии) измеряют (до получения стабильных цифр) показатели ЧСС и АД, полученные при этом значения принимают за 100 %. Затем ему предлагают выполнить (не снимая тонометрической манжеты) три стандартные нагрузки:

1-я нагрузка – 20 приседаний за 30 с, ЧСС и АД измеряется в течение 3-х минут; (нагрузка приравнивается к разминке);

2-я нагрузка – в течение 15с бег на месте в максимальном темпе с высоким подниманием бедра ЧСС и АД измеряется в течение 4-х минут; (имитация скоростного бега);

3-я нагрузка – в течение 3 мин (для женщин – 2 мин) бег на месте в темпе 180 шагов в 1 мин ЧСС и АД измеряется в течение 5 минут; (имитация работы на выносливость).

Интервал отдыха между 1-й и 2-й нагрузками – 3 мин, между 2-й и 3-й нагрузками – 4 мин; фиксированное время восстановления после 3-й нагрузки – 5 мин. В указанные промежутки времени ежеминутно у обследуемого в состоянии сидя определяют ЧСС (первые 10 с каждой минуты) и АД (с 15 по 45 с каждой минуты).

Принципы оценки: результаты пробы Летунова оценивают на основании анализа нагрузочных изменений и скорости восстановления базовых гемодинамических показателей – частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД). В зависимости от направленности и степени выраженности сдвигов величин ЧСС и АД, а также от скорости их восстановления различают пять типов реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку: нормотонический, дистонический, гипертонический, со ступенчатым возрастанием максимального артериального давления, гипотонический. Постнагрузочные изменения ЧСС и АД (в %) при

различных типах реакции сердечно-сосудистой системы на пробу Летунова приведены в Приложении Д.

Нормотонический тип реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку характеризуется:

- адекватным интенсивности и продолжительности выполненной работы возрастом ЧСС;

- адекватным повышением пульсового АД (разница между систолическим и диастолическим АД) за счет повышения систолического АД и небольшого (в пределах 10–35 %) снижения диастолического АД;

- быстрым (т.е. укладывающимся в заданные интервалы отдыха) восстановлением ЧСС и АД до исходных величин (после 20 приседаний – 3 мин, после бега в течение 15 с в максимальном темпе – 4 мин, после бега в течение 3 мин в темпе 180 шагов в мин – 5 мин).

Нормотонический тип реакции является наиболее благоприятным и отражает хорошую приспособляемость организма к физической нагрузке.

Дистонический тип реакции, как правило, возникает после нагрузок, направленных на развитие выносливости, и характеризуется тем, что диастолическое АД прослушивается до 0 (феномен «бесконечного тона»). При возвращении диастолического АД к исходным величинам на 1–3-й минутах восстановления данный тип реакции расценивается как вариант нормы; при сохранении «феномена бесконечного тона» более длительное время – как неблагоприятный признак.

Гипертонический тип реакции характеризуется:

- неадекватным возрастом ЧСС;

- неадекватным возрастом систолического АД до 190–200 мм рт.ст. (при этом диастолическое давление также несколько повышается);

- замедленным восстановлением обоих показателей.

Гипертонический тип реакции свидетельствует о нарушении регуляторных механизмов, обуславливающих снижение экономичности функционирования сердца. Он наблюдается при хроническом перенапряжении ЦНС (нейроциркуляторная дистония по гипертоническому типу), хроническом перенапряжении сердечно-сосудистой системы (гипертонический вариант), у пред- и гипертоников. Реакция со ступенчатым возрастом максимального артериального давления характеризуется:

- резким возрастом ЧСС;

- продолжающимся в первые 2–3 мин отдыха повышением систолического АД;

- замедленным восстановлением ЧСС и АД. Данный тип реакции является неблагоприятным. Он отражает инерционность регуляторных систем и регистрируется, как правило, после скоростных нагрузок.

Гипотонический тип реакции характеризуется:

- резким, неадекватным возрастом ЧСС;

- отсутствием значимых изменений со стороны АД;

– замедленным восстановлением ЧСС.

Гипотонический тип реакции является наиболее неблагоприятным. Такая реакция наблюдается в состоянии перерыва в тренировках в связи с болезнью, травмой.

Пробы с натуживанием используются, в основном, для оценки функционального состояния атлетов, специализирующихся в тяжелой атлетике.

Проба с натуживанием по Флэку

Методика: испытуемому предлагают сделать глубокий вдох с последующей имитацией выдоха для поддержания в манометре давления, равного 40 мм.рт. ст. Во время натуживания «до отказа» с интервалами по 5 с фиксируют пульс. Регистрируют также общее время, в течение которого испытуемый в состоянии выполнить пробу.

Принципы оценки:

отличная реакция – учащение пульса за каждые 5 с на 1–2 удара по отношению к исходным данным. Длительность натуживания составляет 45–55 с. Учащение пульса по сравнению с исходными данными продолжается примерно в течение минуты, затем ЧСС стабилизируется;

хорошая реакция – ускорение пульса составляет 3–4 удара за 5 с;

удовлетворительная реакция – ускорение пульса составляет 5–7 ударов за 5 с;

неудовлетворительная реакция – еще более высокий прирост пульса.

Удовлетворительная и неудовлетворительная реакции на пробу свидетельствуют об изменениях в регуляции сердечной деятельности

Проба с натуживанием по Бюргеру

Методика: в состоянии покоя у испытуемого измеряют АД. Затем ему предлагают выполнить 10 глубоких вдохов за 20 с концу которых проводят еще одно измерение АД. После 10-го вдоха обследуемый выполняет выдох в мундштук, повышая давление в манометре до 40–60 мм.рт. ст., и поддерживает диапазон этого давления в течение 20 с АД измеряют в начале натуживания и после его окончания.

Принципы оценки:

нормальный тип реакции заключается в том, что максимальное АД почти не изменяется на протяжении всего периода натуживания;

второй тип реакции: АД увеличивается во время натуживания и возвращается к исходным цифрам через 20–30 с после его прекращения;

третий тип реакции (отрицательная реакция на пробу) выражается в значительном падении АД во время натуживания, что свидетельствует о нарушении регуляции сосудистого тонуса, которое может привести к кратковременной потере сознания.

Таблица 2

Интерпретация результатов пробы с натуживанием по Бюргеру

Клиническая оценка показателя АД	Изменения АД в мм рт.ст.		Время восстановления, мин
	степень подъема	уровень подъема	
Гиперреакторы	До 10	До 129/89	До 8
Больные гипертонической болезнью:			
Фаза А (предгипертония)	До 20	До 139/99	До 12
Фаза В (гипертония)	20 и выше	139/99 и выше	15–20 и более

Прессорные пробы, применяемые для выявления лиц, склонных к повышению артериального давления

Холодовая проба

Сущность холодной пробы заключается в том, что при опускании предплечья в холодную воду (+4 °С) происходит рефлекторное сужение артериол и артериальное давление повышается, причем, тем больше, чем больше возбудимость сосудодвигательных центров.

Методика: в состоянии покоя у испытуемого на плечевой артерии трижды до получения стабильных цифр измеряют АД. Затем ему предлагают на 1 мин погрузить кисть правой руки (немного выше лучезапястного сустава) в воду температуры +4 °С. АД измеряют сразу после прекращения холодного воздействия, а затем в начале каждой минуты в течение первых 5 мин восстановления и через каждые 3 мин последующего периода до момента регистрации АД, соответствующего исходным величинам.

Проба с дозированной задержкой дыхания

Методика: после трехкратной регистрации АД в состоянии покоя испытуемому предлагают после глубокого, но не максимального вдоха задержать дыхание на 45 с АД измеряют сразу после прекращения задержки дыхания, а затем в начале каждой минуты в течение первых 5 мин восстановления и через каждые 3 мин последующего периода до момента регистрации АД, соответствующего исходным величинам.

Принципы оценки прессорных проб: у большинства людей с нормальной функцией вазомоторных центров пробы с задержкой дыхания и холодная проба вызывают повышение АД не более чем на 5–10 мм рт. ст., а исходный уровень давления восстанавливается в течение 3 мин.

6.7. Исследование физической работоспособности

Одним из объективных критериев здоровья человека является уровень физической работоспособности. Высокая работоспособность служит показателем стабильного здоровья, и наоборот: низкие ее значения рассматриваются как фактор риска для здоровья. Установлено, что снижение прямых и косвенных показателей работоспособности до 15 % по сравнению с исходным свидетельствует о развитии в организме явлений утомления, 16–19 % – о наличии хронического утомления, а снижение на 20 % и более – о возникновении переутомления. В настоящее время для косвенного определения общей физической работоспособности наиболее широко используются три пробы: PWC170 и Гарвардский степ-тест, а для прямого определения – тест Новакки.

Проба PWC170

Теоретическим базисом пробы PWC170 являются две физиологические закономерности:

- 1) учащение сердцебиения при мышечной работе прямо пропорционально ее интенсивности (мощности или скорости);
- 2) степень учащения сердцебиения при непредельной физической нагрузке обратно пропорциональна функциональным возможностям сердечно-сосудистой системы, являющимся косвенным критерием общей физической работоспособности.

Основу пробы PWC170 составляет определение той мощности физической нагрузки, при которой ЧСС достигает 170 уд./мин, т.е. уровня оптимального функционирования кардио-респираторной системы. Проба PWC170 может выполняться на велоэргометре, бегущей дорожке (тредбан, тредмил) и на ступеньке (степ-эргометрия).

Пробу необходимо прекратить, если появляется:

- приступ стенокардии;
- сильная одышка;
- большая усталость, бледность, похолодание, влажность кожи;
- значительное повышение АД;
- снижение АД более чем на 25 % исходного;
- ЧСС превышает допустимые значения.

В отечественной практике наиболее распространенным является вариант проведения пробы PWC170 в модификации В.Л. Карпмана. Методика предполагает выполнение двух нагрузок возрастающей мощности (продолжительность каждой 5 мин) с интервалом отдыха 3 мин. ЧСС регистрируют в конце каждой нагрузки (последние 30 с работы на определенном уровне мощности) пальпаторно, аускультативно или электрокардиографически.

Определение физической работоспособности путем расчета величин PWC170 по данной методике дает надежные результаты при выполнении следующих условий:

- проба должна проводиться без предварительной разминки;

- длительность каждой из нагрузок должна быть равной 4–5 мин, чтобы сердечная деятельность достигла устойчивого состояния;
- между нагрузками обязателен 3-мин перерыв;
- в конце 1-й нагрузки ЧСС должна достигать 110–130 уд./мин, а в конце 2-й – 150–165 уд./мин (разница не меньше 40 уд./мин).

Ошибка при расчетах PWC170 может быть сведена до минимума при приближении мощности во время 2-й нагрузки к величине PWC170. При выборе мощности нагрузки должны учитываться масса тела и предполагаемый уровень общей физической работоспособности.

Мощность второй нагрузки (W2) подбирают с учетом мощности первой нагрузки (W1) и ЧСС1 во время первой нагрузки по формуле:

$$W2 = W1 + (170 - ЧСС1) / ЧСС1 - 60$$

Таблица 3

Мощность первой нагрузки для спортсменов
разной специализации и массы тела

Группа видов спорта (W1)	Нагрузка (кгм/мин) при массе тела, кг						
	55–59	60–64	65–69	70– 74	75– 79	80– 84	85 и более
Сложно- координационные и скоростно-силовые	300	400	500	500	500	600	600
Игровые и единоборства	300	400	500	600	700	800	800
Выносливость	500	600	700	800	900	900	1000

Физическую работоспособность определяют по формуле (модификация В.Л. Карпмана с соавторами):

$$PWC170 = W1 + (W2 - W1) \times ((170 - ЧСС1)/(ЧСС2 - ЧСС1))$$

где W – мощность нагрузки, кгм/мин; ЧСС1 и ЧСС2 – частота сердечных сокращений при первой и второй нагрузках.

Таблица 4

Мощность второй нагрузки при пробе PWC170

Мощность 1-й нагрузки (W1)	Мощность второй нагрузки (W2, кгм/мин) при ЧСС во время первой нагрузки (уд./мин)			
	90–99	100–109	110–119	120–129
300	1000	850	700	600
400	1200	1000	800	700
500	1400	1200	1000	850
600	1600	1400	1200	1000
700	1800	1600	1400	1200
800	1900	1700	1500	1300
900	2000	1800	1600	1400

В качестве ориентиров могут быть использованы следующие величины PWC170 у здоровых людей:

- для женщин – 422–900 кгм/мин;
- для мужчин – 850–1100 кгм/мин;
- у спортсменов показатель зависит от вида спорта и колеблется в пределах 1100–2100 кгм/мин.

В целях определения общей физической работоспособности у детей и подростков наиболее широко используется проба PWC170 с однократной физической нагрузкой (модификации Абросимовой Л.И. с соавт. (1978), Корниенко И.А. с соавт. (1978) и Юрко Г.П. с соавт. (1978)). Варианты проведения данного теста вышеуказанными авторами отличаются только временем выполнения работы. Л.И. Абросимова рекомендует 3-минутную нагрузку с частотой восхождений 30 шагов в 1 мин, а И.А. Корниенко применительно к детям старше 5 лет использует 5-минутную нагрузку. Метод определения PWC170 при степ-эргометрии. Обследуемому предлагают выполнить две нагрузки, мощность которых рассчитывают по формуле:

$$W = 1,33 \times P \times h \times n,$$

где W – мощность нагрузки, Вт; P – масса тела, кг; h – высота ступеньки, см; n – количество восхождений в 1 мин; 1,33 – коэффициент, учитывающий величину работы при спуске со скамейки.

Высота ступеньки подбирается в зависимости от длины ноги обследуемого. Чаще всего для женщин оптимальной является ступенька высотой 30 см, для мужчин – 40 см. При проведении степ-эргометрии нагрузки должны быть такой интенсивности, чтобы ЧСС в конце первой нагрузки устойчиво находилась в пределах 100–120, а в конце второй – 140–160 уд./мин. Мощность второй нагрузки можно повысить за счет увеличения темпа восхождений. По методике, модифицированной В.С. Фарфелем, при степ-тесте последовательно выполняют две нагрузки без отдыха между ними. Продолжительность первой – 3 мин, второй – 2 мин. При этом устойчивое состояние наступает на 2-й–3-й минуте первой нагрузки, при второй – на 2-й минуте, что связано с повышением уровня функционирования обеспечивающих работу систем в результате выполнения первой нагрузки. Расчет PWC170 при степ-тесте производится по формуле:

$$PWC170 = W1 + (W2 - W1) \times ((170 - ЧСС1) / (ЧСС2 - ЧСС1)).$$

Физическая работоспособность при пульсе 170 уд./мин у нетренированных мужчин в возрасте 20–29 лет составляет 162,3±6,1 Вт, 30–39 лет – 150,6±4,3 Вт и 40–49 лет – 142,2±2,2 Вт. У мужчин 50–59 и 60–69 лет средние значения работоспособности, рассчитанные при пульсе 150 уд./мин, соответственно снижаются до 136±6,7 и 116,7±11 Вт.

Гарвардский степ-тест

Теоретической основой Гарвардского степ-теста является физиологическая закономерность, согласно которой продолжительность работы на пульсе, равном 150–170 уд./мин, и скорость восстановления частоты сердечных сокращений (ЧСС) после выполнения подобной физической нагрузки достаточно надежно характеризуют функциональные возможности сердечно-сосудистой системы и как следствие уровень общей физической работоспособности организма.

Таблица 5

Высота ступеньки и время восхождения при проведении Гарвардского степ-теста

Группы испытуемых	Возраст, годы	Площадь поверхности тела, м ²	Высота ступеньки, см	Время восстановления, мин
Мужчины	Свыше 18	–	50,8	5
Женщины	Свыше 18	–	43,0	5
Юноши-подростки	12–18	1,85	50,8	4
Юноши-подростки	12–18	1,85	45,5	4
Девушки	12–18	–	40,0	4
Мальчики, девочки	8–11	–	35,5	3
Мальчики, девочки	До 8	–	35,5	2

В тех сл Методика: обследуемому предлагают выполнить мышечную работу в виде восхождений на ступеньку с частотой 30 раз в 1 мин. Продолжительность нагрузки и высота ступеньки зависят от пола, возраста и антропометрических данных (в среднем, для мужчин высота ступеньки составляет 50 см, для женщин – 43 см).

учаях, когда обследуемый не в состоянии выполнить работу в течение всего заданного отрезка времени, фиксируется то время, в течение которого она совершалась. Регистрация ЧСС после выполненной нагрузки осуществляется в положении сидя в течение первых 30 с на 2-й, 3-й и 4-й мин восстановления. Расчет индекса Гарвардского степ-теста производят по следующей формуле:

$$\text{ИГТС} = (t \cdot 100) / ((\text{ЧСС1} + \text{ЧСС2} + \text{ЧСС3}) \times 2),$$

где ИГТС – индекс Гарвардского степ-теста в условных единицах; t – продолжительность реально выполненной физической работы; ЧСС1, ЧСС2, ЧСС3 – частота сердечных сокращений на 2-й, 3-й и 4-й минутах восстановления за 30 с.

Принципы оценки приведены в табл. 6.

Таблица 6

Оценка результатов Гарвардского степ-теста
(Карпман В.Л. и др., 1988)

ИГСТ, ед	Оценка физической работоспособности
Меньше 55	Плохо
55–64	Ниже среднего
65–79	Среднее
80–89	Хорошо
90 и больше	Отлично

Таблица 7

Ориентировочные градации относительных значений показателя PWC170
у детей и подростков различного возраста

Возраст и категория испытуемых	Ниже средних	Средние	Выше средних
7–9 лет, нетренированные	< 15	15–25	> 25
10–12 лет, нетренированные	< 15	15–23	> 23
13–15 лет, нетренированные	< 11	11–15	> 15
13–15 лет, тренированные	< 14	14–18	> 18

Гарвардский степ-тест целесообразно использовать у детей не моложе 15–16 лет. Продолжительность нагрузки и высота ступеньки зависят от пола, возраста и антропометрических данных.

С.А. Локтев и соавт. (1991) считают, что в качестве информативного критерия общей физической работоспособности у детей и подростков может использоваться показатель «пульс-скорость» при 3–4-минутном беге трусцой на пульсе от 130 до 150 уд./мин, который проявляет тесную взаимосвязь с относительными значениями показателя PWC170.

Определение максимального потребления кислорода (МПК)

Величина МПК является одним из важнейших параметров организма спортсмена, с помощью которого может быть наиболее точно охарактеризована величина общей физической работоспособности. Исследование этого показателя особенно важно для оценки функционального состояния организма спортсменов, тренирующихся на выносливость. В данном случае наблюдения за изменениями МПК могут оказать существенную помощь в оценке уровня тренированности. Оценка максимальной аэробной мощно-

сти осуществляется путем определения максимального потребления кислорода (МПК). Эту величину рассчитывают с помощью различных тестов, при которых достигается индивидуально максимальный транспорт кислорода (прямое определение МПК). Наряду с этим о величине МПК судят на основании косвенных расчетов, которые основываются на данных, полученных в процессе выполнения непредельных нагрузок (непрямое определение МПК). Обоснован расчет МПК косвенным методом, применяя формулы, предложенные В.Л. Карпманом. Для физкультурников и спортсменов массовых разрядов предложена следующая формула:

$$\text{МПК} = 1,7 \cdot \text{PWC170} + 1240$$

Для спортсменов высших разрядов:

$$\text{МПК} = 2,2 \cdot \text{PWC170} + 1070.$$

6.8. Методики исследования дыхательной системы

При исследовании функционального состояния аппарата внешнего дыхания чаще используются такие методы, как спирометрия, пневмотахометрия и спирография.

Спирография – метод графической регистрации показателей функции внешнего дыхания с помощью спирографов. С помощью спирограммы определяют следующие показатели:

1. Частота дыхания (ЧД) – число дыханий в 1 мин.
2. Дыхательный объем (ДО) – количество воздуха, которое человек вдыхает и выдыхает при спокойном дыхании. В норме ДО от 350 до 650 мл.
3. Минутный объем дыхания (МОД) – количество воздуха, вдыхаемого (или выдыхаемого) за 1 мин. $\text{МОД} = \text{ДО} \times \text{ЧД} \times 1000$. В норме МОД от 5 до 10 л.
4. Резервный объем вдоха (РОВд) – объем воздуха, который можно вдохнуть дополнительно после обычного вдоха. В норме этот показатель колеблется от 1300 до 2000 мл.
5. Резервный объем выдоха (РОВвд) – объем воздуха, который можно дополнительно выдохнуть после обычного выдоха. Нормальная величина показателя колеблется в пределах от 1500 до 2000 мл.
6. ЖЕЛ – максимальное количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимального вдоха. Нормальная величина ЖЕЛ колеблется от 2500 до 5000 мл и включает три объема: ДО, РОВд и РОВвд.
7. Объем форсированного выдоха (ОФВ1) – это тот объем, который испытуемый способен выдохнуть за первую секунду маневра ФЖЕЛ. Считают, что при выполнении форсированного выдоха скорость потока воздуха при выдыхании первых 25–30% ОФВ зависит от силы дыхательных мышц, в дальнейшем она определяется бронхиальным просветом.

8. Форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ) у здоровых людей равна ЖЕЛ или меньше ее на 100-300 мл. При выраженных нарушениях проходимости дыхательных путей это различие возрастает и может достигать 500–700 мл. Измерение ФЖЕЛ производят следующим образом. Определяют начало форсированного выдоха, обычно им является угол между горизонтальной линией на спирограмме после максимального вдоха и кривой форсированного выдоха. При закругленном участке кривой можно определить начало выдоха, продолжив горизонтальную линию и кривую форсированного выдоха до пересечения друг с другом. Концом форсированного выдоха является точка перехода кривой в горизонтальную линию. Разница в литрах между началом и концом форсированного выдоха является величиной ФЖЕЛ.

9. Отношение ОФВ1/ЖЕЛ, выраженное в процентах – индекс Тиффно – является чувствительным индексом наличия или отсутствия ухудшения проходимости дыхательных путей.

10. Отношение ОФВ1/ФЖЕЛ, выраженное в процентах – индекс Генслера.

11. Мгновенные объемные скорости (МОС) – скорость воздушного потока в момент выдоха определенной доли ФЖЕЛ (чаще всего 25, 50 и 75% ФЖЕЛ). При расчете МОС указывается та часть ФЖЕЛ, которая уже была выдохнута к моменту измерения МОС: МОС25, МОС50 и МОС75.

12. Средняя объемная скорость выдоха, определяемая в процессе выдоха от 25 до 75% ФЖЕЛ. Она может рассчитываться как посредством интерполяции между точками, соответствующими выдоху от 25 до 75% ФЖЕЛ, так и путем определения в приборе истинного значения среднего потока на данном этапе маневра ФЖЕЛ.

13. Пиковая объемная скорость (ПОС) максимальный поток, достигаемый в процессе выдоха.

14. Максимальная вентиляция легких (МВЛ) объем воздуха, проходящий через легкие при дыхании с максимально возможной частотой и глубиной в течение 1 мин. В норме МВЛ – от 120 до 170 л/мин.

15. Максимальная частота дыхания, ЧД (раз/мин).

16. Максимальный дыхательный объем, ДО, (л) – произведение дыхательного объема на частоту дыхания в минуту (3500–5000 мл).

17. Коэффициент резервных возможностей дыхания (КРД), (%) 102 показатель, отражающий резервные возможности системы внешнего дыхания; рассчитывали по формуле:

$$\text{КРД} = (\text{МВЛ} - \text{МОД}) \times 10 / \text{МВЛ}.$$

КРД ниже 70 % указывает на значительную степень функциональных возможностей системы дыхания (Г.А. Макарова, 2008).

Оценка жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и ее изменений по данным функциональных проб Необходимы: спирометр сухой, секундомер, спирт, вата, номограмма для определения должной величины ЖЕЛ. ЖЕЛ – мак-

симальный объем воздуха, который можно выдохнуть после максимального вдоха. ЖЕЛ равна сумме резервных объемов вдоха, выдоха и дыхательного объема.

Методика: закрыв нос зажимом или пальцами, испытуемый делает максимальный вдох, а затем постепенно (за 5–7 с) выдыхает в спирометр. Обязательно 2–3 – кратное повторение процедуры измерения. Из полученных результатов выбирают максимальный. Следует рекомендовать при вдохе сделать небольшую паузу, а затем, не выдыхая, произвести 2–3 дополнительных вдоха. После выдоха в спирометр следует также максимально освободить легкие от воздуха дополнительными выдохами.

Принципы оценки: полученная величина называется фактической. Она измеряется в литрах или миллилитрах и сравнивается с должными величинами (ДЖЕЛ), которые определяются с помощью номограмм (находится в точке пересечения прямой линии, проведенной от показателя на шкале возраста к показателю на шкале роста со шкалой ЖЕЛ). Применительно к спортсменам для расчета должной ЖЕЛ наиболее часто используют формулу Людвиг: мужчины: ДЖЕЛ (мл) = 40 × рост (см) + 30 × вес (кг) – 4400; женщины: ДЖЕЛ (мл) = 40 × рост (см) + 10 × вес (кг) – 3800. С целью определения степени соответствия фактической ЖЕЛ (ФЖЕЛ) должной (в %) применяют следующую формулу

$$\text{ФЖЕЛ (\%)} = \text{ФЖЕЛ (мл)} / \text{ДЖЕЛ (мл)} \times 100.$$

Снижение фактической ЖЕЛ на 20% и более по сравнению с должной расценивается как явление неудовлетворительное. Величина относительной ЖЕЛ (ФЖЕЛ, отнесенной к весу) у спортсменов достигает 90–100 мл/кг массы тела.

Функциональные пробы для дыхательной системы

Проба Розенталя используется для оценки выносливости дыхательной мускулатуры

Методика: у испытуемого 5-кратно измеряется ЖЕЛ с интервалом в 15 с.

Принципы оценки: величина ЖЕЛ к последнему измерению увеличивается больше, чем на 300 мл – хорошо; величина ЖЕЛ колеблется в пределах 300 мл – удовлетворительно; величина ЖЕЛ снижается больше чем на 300 мл – неудовлетворительно, снижение функциональных возможностей системы дыхания.

Проба Шафрановского (динамическая спирометрия) заключается в измерении ЖЕЛ до и после стандартной физической нагрузки.

Методика пробы: измеряется ЖЕЛ в покое, затем выполняется трехминутный бег на месте в темпе 180 шаг/мин, (для женщин – двухминутный бег; для школьников – подъем на ступеньку высотой 22 см в темпе 16 шагов в минуту). Вновь измеряется ЖЕЛ в первые 15 с, в конце 1-й, 2-й и 3-й минут восстановления.

Принципы оценки: если ЖЕЛ возрастает после пробы более чем на 200 мл, то результат хороший, разница в пределах 200 мл – удовлетворительный (восстановление на 2-й или 3-й минутах), если ЖЕЛ уменьшается на 200 мл и более и не восстанавливается в первые 2-3 минуты, то проба считается неудовлетворительной.

Проба Лебедева используется при врачебно-педагогических наблюдениях.

Методика: проба заключается в четырехкратном измерении ЖЕЛ до и после тренировки.

Принципы оценки: при больших нагрузках ЖЕЛ после тренировки может снижаться не более, чем на 300–500 мл, а после обычных нагрузок ЖЕЛ не должна изменяться.

Проба Тиффно-Вотчала

Методика: измерения проводят как обычно при измерении ЖЕЛ, но с условием максимально быстрого форсированного выдоха.

Принципы оценки: в норме форсированная ЖЕЛ (ФЖЕЛ) меньше обычной на 100–300 мл

Пробы с максимальной задержкой дыхания отражают в большей степени характеризует функцию эндогенного дыхания, устойчивость к гипоксии и гиперкапнии.

Проба Штанге. Заболоцких в своих исследованиях выявил сильную корреляцию между уровнем стрессоустойчивости и результатами пробы Штанге.

Методика: проба проводится в положении сидя, заключается в регистрации продолжительности задержки дыхания после максимального вдоха. У детей проба Штанге может проводиться после трех глубоких вдохов. Иногда до и после задержки дыхания регистрируется ЭКГ.

Принципы оценки: у взрослых людей, не занимающихся спортом, в норме результаты пробы Штанге составляют 40-60 с, у спортсменов – 90–120 с., у детей – 16–55 с. Противопоказано проведение пробы при бронхиальной астме!

Проба Генчи

Методика: проба заключается в регистрации продолжительности задержки дыхания после максимального выдоха (нос при этом зажимается пальцами). Для объективизации результатов сравнительного анализа выдох может осуществляться по спирометру до значений, соответствующих ЖЕЛ минус 1 л.

Принципы оценки: у взрослых людей, не занимающихся спортом, в норме результаты пробы Генчи составляют 20–40 с, у спортсменов – 40–60 с., у 105 детей – 12–15 с. При снижении устойчивости организма к гипоксии продолжительность задержки дыхания на вдохе и выдохе уменьшается.

Проба Штанге и Генчи (для детей и подростков). Оценка времени произвольно задержанного дыхания на вдохе и выдохе у детей становится возможной, ориентировочно, с пяти лет. При снижении устойчивости организма к гипоксии продолжительность задержки дыхания на вдохе и выдохе уменьшается. Принципы оценки проб с задержкой дыхания приведены в табл. 8.

Таблица 8

Нормальные результаты проб Штанге и Генчи у детей и подростков

Возраст, лет	Мальчики		Девочки	
	Проба		Проба	
	Штанге	Генчи	Штанге	Генчи
5	24	12	22	12
6	30	14	26	14
7	36	14	30	15
8	40	18	36	17
9	44	19	40	18
10	50	22	50	21
11	51	24	44	20
12	60	22	48	22
14	64	25	54	24
15	68	27	60	26
16	71	29	64	28

Проба Генчи после гипервентиляции

Методика: измеряется продолжительность задержки дыхания на выдохе после 45 с усиленного дыхания.

Принципы оценки: в норме происходит возрастание продолжительности задержки дыхания на выдохе в 1,5–2 раза; при наличии изменений со стороны кардио-респираторной системы или системы крови обнаруживается отсутствие возрастания времени задержки дыхания на выдохе.

Проба Серкина

Методика: проба выполняется в три стадии: а) определяется время задержки дыхания на вдохе в положении сидя; б) определяется время задержки дыхания на вдохе непосредственно после 20 приседаний в течение 30 с.; в) через 1 мин отдыха определяется время задержки дыхания на вдохе в положении сидя.

Принципы оценки результатов пробы Серкина приведены в табл. 9.

Принципы оценки результатов пробы Серкина

Контингент обследуемых	Фазы		
	Первая	Вторая	Третья
Здоровые тренированные	40–60 с	Более 50% первой фазы	Более 100% первой фазы
Здоровые нетренированные	36–45 с	30–50% первой фазы	70–100% первой фазы
Нарушение функционального состояния кардиореспираторной системы	20–35%	Менее 30% первой фазы	Менее 70% первой фазы

6.9. Измерение суточных энергозатрат

В области физической культуры и спорта измерение суточных энергозатрат имеет большое значение. Суточные энергозатраты человека складываются из трех величин: основного обмена, расхода энергии на усвоение пищи и энергозатрат на выполнение физической работы. Если для измерения основного обмена используются точные методы, включая расчетные, при которых учитываются масса тела, рост, возраст и пол людей, то величина пищевого термогенеза часто рассчитывается эмпирически, приблизительно, в пределах 10% от суточных энергозатрат. При этом основная роль при измерении суточных энергозатрат отводится оценке энергозатрат, связанных с физической активностью.

В настоящее время для измерения энергозатрат существуют разные методические подходы, причем, каждый из них имеет свои преимущества и ограничения. Эти подходы подразумевают использование измерительной аппаратуры различной степени сложности и специальных программ обчета полученных данных. Остановимся на некоторых из них.

Прямая калориметрия

Данным методом регистрируют тепло, излучаемое телом. Потери тепла за счет излучения и конвекции составляют почти 80% всех теплопотерь, остальное приходится на теплоту парообразования. Принципиально существуют три подхода применения прямой калориметрии: изотермальные калориметры, калориметры, регистрирующие теплоотведение, и конвекционные системы. Иногда могут использоваться сочетания этих методов.

В настоящее время разработаны новые калориметры, которые представляют собой специальную экипировку Sensewear, оснащенную датчиками теплопродукции, температуры и некоторыми другими сенсорами, определяющими параметры организма, связанные с энергозатратами.

Вследствие того, что прямая калориметрия – длительный и трудоемкий метод, который вдобавок требует существенных финансовых затрат (в том числе приборное оснащение, специфическое обустройство помещения,

подготовку и содержание специалистов), она находит применение только для стандартизации некалориметрических методов и используется лишь в специализированных лабораториях крупных исследовательских центров.

Данный метод основан на измерении концентрации кислорода и углекислого газа в выдыхаемом воздухе.

В непрямой калориметрии большое значение имеет способ сбора выдыхаемого воздуха. Имеются различные приспособления для сбора выдыхаемого воздуха – загубники, маски, шлемы, камеры, комнаты.

Загубники из-за недостаточной комфортности и физиологичности обеспечивают длительность измерений не более 10–15 мин, зато абсолютная герметичность приспособления позволяет избежать ошибок измерения объема и скорости потока выдыхаемого воздуха. Маски и шлемы обеспечивают длительность измерений до часа и более, однако адаптация приспособлений к форме лица или головы диктует необходимость тщательного контроля герметичности.

В респираторной комнате или камере длительность измерений может достигать сутки и более. Точность измерений при этом сохраняется на максимально высоком уровне. Ошибка измерения не превышает 2%. Серьезным недостатком данной методики является то, что обеспечение привычного повседневного режима, воспроизведение или моделирование всего многообразия суточной физической активности, специфики трудовых операций часто невозможно в условиях современной жизни: ограниченное пространство, свободы передвижения, а также эмоционального напряжения.

В настоящее время для определения суточных энерготрат чаще всего применяется открыто циркулирующая система сбора выдыхаемого воздуха. Важное преимущество данного подхода заключается в том, что к настоящему времени разработаны портативные калориметры, позволяющие проводить многочасовую длительность измерений энерготрат в реальных условиях повседневной жизни. Как правило, эти калориметры оснащены загубниками или маской с односторонним клапаном, обеспечивающим анализ выдыхаемого воздуха по составу и объему.

Приборы, оснащенные программным обеспечением, позволяют определять метаболическую направленность энергообеспечения. Часто они именуются метабологафами. Принцип их работы построен на измерении дыхательного коэффициента (соотношение углекислого газа и кислорода в выдыхаемом воздухе), величина которого зависит от соотношения скорости окисления белков, жиров и углеводов. Это позволяет рассчитать долю белков, жиров и углеводов, участвующих в энергопродукции. К недостаткам этого метода следует отнести необходимость соблюдения стационарности во время измерения. Динамически меняющиеся нагрузки, резкие переходы от состояния покоя к нагрузке и, наоборот, кратковременные измерения, особенно, при исполнении интенсивных упражнений, существенно

вливают на соотношение углекислого газа и кислорода в выдыхаемом воздухе и могут привести к значительным ошибкам метаболических расчетов.

Следует отметить, что непрямая калориметрия обеспечивает достаточную точность измерения энергетической стоимости отдельных трудовых операций, которые нужны при вычислении суточных энергозатрат. Как правило, это измерения типичных примеров профессиональной или бытовой деятельности, из которых складывается профиль поведения на работе и в свободное от работы время. Чтобы осуществить расчет суммарных энергозатрат, необходимо провести хронометраж физической активности, т.е. оценить вклад каждого вида физической нагрузки по времени. Однако ошибка проведения самого хронометража может составлять 10-15% и более, в зависимости от способа его проведения, особенностей распределения физической активности в течение суток, формы опросной карты, наконец, способа преобразования данных хронометража в величины энергозатрат и многих других факторов. Таким образом, точность оценки суточных энергозатрат методом непрямой калориметрии в значительной мере зависит от точности проведения хронометража.

Пульсометрия

Пульсометрия – метод, позволяющий определить адекватность реакции организма спортсменов на величину выполненной физической нагрузки. Суть метода заключается в подсчете и анализе частоты сердечных сокращений (ЧСС) у спортсмена в различные периоды тренировочных занятий.

Между энергоемкостью физической нагрузки и активностью сердечной деятельности существует прямая зависимость. В основе ее лежит необходимость энергетического обеспечения физической деятельности, источником которого служит энергия метаболического окисления белков, жиров и углеводов. Интенсивность физической нагрузки задает темпы поставки кислорода, которые обеспечиваются рефлекторной регуляцией активности дыхания и сердечной деятельности. Пульс является определяющим показателем скорости кровотока и транспорта кислорода к мышцам.

Зависимость между частотой сердцебиений и энергозатратами можно использовать для оценки энергозатрат. В настоящее время существуют портативные HR-мониторы, которые позволяют регистрировать измерения на протяжении достаточно длительного времени – до нескольких суток и, что очень важно, при соблюдении обычных условий поведения как в быту, так и в профессиональной деятельности. Немаловажное значение имеет программное обеспечение, в котором предусмотрено использование индивидуальных HR-ЕЕ калибровочных зависимостей для обсчета суточных энергозатрат.

Преимущества использования пульсометрии для измерения энергозатрат следующие. Во-первых, это абсолютно неинвазивный метод. Во-вторых, метод позволяет проводить измерения в естественных условиях практически без ограничений. Простота измерений и расчета энергозатрат. Отсутст-

вие необходимости хронометража физической активности обеспечивает относительно высокую точность оценки суточных энергозатрат. Однако зависимость пульса от энергозатрат не является линейной. Требуется проведение индивидуальных калибровок. Калибровка нужна еще и потому, что на характер зависимости может влиять положение тела, группа мышц, задействованных в выполнении физической активности и даже осанка. На характер зависимости влияют физическая подготовка, тренированность, усталость и физическая активность в предшествующий период. На пульс также могут существенно влиять эмоциональное состояние, некоторые заболевания, гормональный фон и медикаментозные воздействия. Регистрацию пульса может исказить воздействие электромагнитного излучения, например, мощные электромоторы в метро, электричке, трамвае, троллейбусе и других видах общественного транспорта. К недостаткам метода следует также отнести ощущение дискомфорта при использовании клеящихся электродов и электродфиксирующих ремней, необходимость контроля надежности фиксации электродов на теле и достоверности регистрации кардиопульса. По результатам исследований ошибка определения энергозатрат при использовании индивидуальных калибровочных кривых зависимости составляет около 5%.

Акселерометрия

Акселерометрия – это методика, позволяющая измерять ускорения в различных упражнениях. Акселерометр – это портативный электронный счетчик количества движений, осуществляемых индивидом в повседневной жизни. Термин «акселерометр» происходит от латинского слова *accelerato*, что значит ускоряю. Основной принцип работы акселерометра основан на измерении ускорения, т.е. изменения скорости во времени ($\Delta V/\Delta t$).

Учет движений происходит на основе регистрации ускорений, возникающих при смещении органов локомоции. Высокочувствительные пьезоэлектрические сенсоры воспринимают изменение положения тела в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Затем микропроцессор рассчитывает первую производную скорости движения, записывает оцифрованный сигнал в оперативную память для последующей обработки на ЭВМ. Голландский *Trastog*, например, имеет габариты $7 \times 2 \times 0,8$ см и весит около 30 г. Он имеет герметичный, водонепроницаемый корпус и измеряет ускорения относительно переднезадней, медиолатеральной и вертикальной осей тела человека. В зависимости от задач исследования акселерометр закрепляют на поясе и носят от нескольких часов до 7-ми суток и более, обеспечивая тем самым непрерывную регистрацию основных движений человека. Конструктивно акселерометры подразделяются на два вида – одноосевые и трехосевые. В качестве примера серийно выпускаемых, коммерчески доступных одноосевых акселерометров, можно привести пьезорезистивные акселерометры марки *ICS Sensors Model 3145, Milpitas, CA (США), Caltrac*

производства Computer Science Application (США) и Min iMotionlogger Actigraph (США). Трехосевые акселерометры марки Tritrac-R3D (США) и Tracmor (Голландия) зарекомендовали себя как более точные.

В сравнительных исследованиях, проведенных Клаасом Вестертерпом из Маастрихтского университета, не найдено явных различий между данными косвенной калориметрии и показателями акселерометра в процессе ходьбы при использовании одно-осевого и трех-осевого приборов, помещенных на запястье, бедро или голень. «Сидячие действия» лучше отражались с помощью трех-осевого акселерометра, по сравнению с одно-осевым. Два акселерометра (Tritrac R3D и Tracmor) были проверены на надежность в повседневных условиях жизни по сравнению с меченной дейтерием водой. Самая высокая корреляция между показаниями акселерометра и активностью с расходом энергии была найдена для Tracmor. Высокая точность акселерометрии подтверждена в исследованиях на здоровых испытуемых при различных режимах ходьбы и бега, в сочетании с холтеровским мониторингом ЭКГ, у детей разного возраста, у лиц с заболеваниями артерий нижних конечностей, а также у практически здоровых людей в процессе производственной деятельности. По сравнению с данными шагомера показатели акселерометрии точнее в 6–13 раз. Только в исследовании, посвященном изучению техники подъема штанги с помощью стационарного акселерометра, предпочтение было отдано лазерному датчику.

Области применения акселерометрии: контроль энергетического обмена, ожирение; исследования по биомеханике и кинезиологии человека и животных, включая коррекцию и реабилитацию при нарушении движений; оценка повседневной физической активности человека, связанной со здоровьем; фармакология физической активности человека; контроль работы кардиостимуляторов в зависимости от физической активности человека.

Значительное число работ посвящено изучению количественных характеристик ФАЧ с помощью акселерометрии во взаимосвязи с определением расхода энергии при избыточной массе тела и различных вмешательствах с целью коррекции. Удачные попытки калибровать показания акселерометров в единицах основного обмена (МЕТ) и в ккал/мин позволили классифицировать продолжительность суточной физической активности по трем категориям – низкая (2–3,9 МЕТ), умеренная (4–7 МЕТ) и высокая (>7 МЕТ). Такая классификация удобна для практического использования.

Сравнительные измерения энерготрат методами акселерометрии и не-прямой калориметрии, выполненные на обширных группах детей и взрослых в различных исследовательских центрах, позволили получить убедительные результаты, свидетельствующие о совпадении величин энерготрат всеми используемыми методами при измерении стандартизованных нагрузок в лабораторных условиях, а также в условиях обычного поведения свободного образа жизни.

Таким образом, все методы измерения суточных энергозатрат имеют свои достоинства и недостатки. Преимущества определяются главным образом возможностью проводить измерения в условиях свободной обычной жизни, не нарушая привычный распорядок дня, не внося дискомфорт, не влияя на психическое и физическое состояние. Недостатки чаще всего обусловлены ограничениями использования, недостаточным обеспечением точности, повторяемости, воспроизводимости.

Большое значение имеет соотношение возможностей и стоимости осуществляемых исследований, возможности проводить исследования в полевых условиях с привлечением значимого количества основных групп населения, позволяющих сделать статистически достоверные выводы. В настоящее время наиболее информативными, по всей видимости, являются исследования энергозатрат, выполняемые с помощью комбинированных методов, которые сочетают в себе такие легкодоступные подходы измерений, как, например, непрямая калориметрия, пульсометрия, акселерометрия. Существенным является то обстоятельство, что при оценке пищевого статуса сочетание результатов биоимпедансных исследований и непрямой калориметрии позволяет с высокой степенью индивидуализации рассчитать удельную скорость окисления белков, жиров и углеводов и соотнести их с данными фактического питания и привычных энергозатрат.

6.10. Методики исследования нервной системы

Пробы Ромберга / статическая координация/

Способность вестибулярного анализатора обеспечивать поддержание равновесия (обеспечивать статическую координацию) можно исследовать с помощью статических поз, к которым относятся и пробы Ромберга. Нарушение способности поддерживать статическое равновесие называется статической атаксией. Обязательное условие проведения статических проб – выключение корригирующего действия зрительного анализатора, что достигается тем, что обследуемый закрывает глаза во время выполнения проб. Проба Ромберга имеет четыре варианта проведения, используемые в разных случаях.

Первый вариант: испытуемый стоит, сдвинув стопы (пятки и носки вместе), вытягивает руки перед собой, без напряжения раздвигает пальцы и закрывает глаза. Первый вариант подходит для тестирования детей и людей пожилого возраста. Устойчивое равновесие должно поддерживаться в течение более 30 секунд.

Второй вариант: испытуемый стоит, поставив стопы на одной оси одну за другой так, чтобы пятка одной ноги касалась носка другой, вытягивает руки перед собой, без напряжения раздвигает пальцы и закрывает глаза. Второй вариант подходит для тестирования людей молодого и зрелого

возраста. Устойчивое равновесие должно поддерживаться в течение более 30 секунд.

Третий вариант: испытуемый стоит с опорой на одну ступню, подошва стопы другой ноги прикладывается к коленной чашечке опорной ноги. Оценивается так же, как в первых двух вариантах. Третий вариант подходит для оценки координации спортсменов, за исключением таких видов спорта, как гимнастика, акробатика, прыжки в воду и тому подобное.

Оценка. При оценке пробы Ромберга обращают внимание на степень устойчивости или признаки напряжения вестибулярного аппарата: стоит неподвижно или покачивается, дрожание век и пальцев (тремор), длительность сохранения равновесия.

Устойчивое равновесие в течение более 15 секунд, при отсутствии тремора пальцев и век – хорошо; покачивания, небольшой тремор пальцев и век при удержании позы в течение 15 секунд – удовлетворительно; поза удерживается менее 15 секунд – неудовлетворительно.

Четвертый вариант: представляет собой позу «ласточка». Испытуемый стоит с опорой на одну ступню – туловище горизонтально, другая нога составляет с туловищем одну прямую линию, руки в стороны. Четвертый вариант подходит для оценки координации спортсменов в таких видах спорта, как гимнастика, акробатика, прыжки в воду.

Оценка. Устойчивое равновесие в течение более 15 секунд, при отсутствии тремора пальцев и век – хорошо; покачивания, небольшой тремор пальцев и век при удержании позы в течение 15 секунд – удовлетворительно; поза удерживается менее 15 секунд – неудовлетворительно.

Динамическая координация исследуется с помощью пальценосовой и пяточно-коленной проб. Пальценосовая проба состоит в том, что при закрытых глазах необходимо указательным пальцем дотронуться до кончика своего носа. Промаживание и дрожание кисти указывает на нарушение динамической координации, которая выявляется часто после черепно-мозговых травм. При проведении пяточно-коленной пробы испытуемый лежит на спине, поднимает выпрямленную в коленном суставе одну ногу и должен коснуться пяткой колена второй ноги, а затем провести пяткой вдоль передней поверхности голени к голеностопному суставу. Промаживание и дрожание стопы указывает на нарушение динамической координации, которая выявляется часто после черепно-мозговых травм.

Проба Яроцкого

Проба Яроцкого основана на определении времени, в течение которого обследуемый способен сохранять равновесие при раздражении вестибулярного аппарата непрерывными вращением головы.

Обследуемый должен в положении стоя делать непрерывные круговые движения головой в одном направлении в темпе 2 оборота в 1 секунду. Длительность сохранения равновесия определяется по секундомеру.

Обычно время сохранения равновесия составляет 30 секунд. У спортсменов время сохранения равновесия может превышать 90 секунд.

Маршевая проба (тест Фукуда, тест Унтербергера)

Методика проведения теста следующая: пациент закрывает глаза, вытягивает руки вперед и начинает шагать на месте, высоко поднимая колени. Достаточно сделать 50 шагов.

Оценка результатов. Тест оценивается по углу отклонения пациента от первоначального положения, который в норме не должен превышать 30–45°. При одностороннем периферическом поражении вестибулярной системы пациент поворачивается в сторону пораженного лабиринта.

При центральном поражении вестибулярной системы будут отмечаться выраженная атаксия при маршировке, отклонение в разные стороны, иногда падение или поворот в сторону патологического процесса при поражении мозжечка.

Координационные пробы, применяемые до и после тренировки или соревнований, позволяют установить степень утомления. Расстройство координации движений и нарушения двигательного акта являются одним из наиболее четких признаков переутомления или патологических изменений в отдельных звеньях нервной системы.

Стабилография

Стабилография (лат. *stabilis* твердо стоящий на ногах, устойчивый + греч. *gapho* писать, изображать) – графическая регистрация колебаний центра тяжести тела человека в положении стоя.

Стабилографию применяют в клинических и медико-биологических исследованиях функционального состояния вестибулярного анализатора, механизмов поддержания позы, тонуса мышечного аппарата.

Колебания центра тяжести записывают с помощью стабилографа, представляющего собой опирающуюся на упругие элементы жесткую платформу, на которой стоит обследуемый. Деформация упругих элементов под влиянием давления воспринимается преобразователями, обычно тензорезистивного типа. Преобразователи, определенным образом включенные в измерительную электрическую схему, выделяют перераспределение усилий в опорах вследствие перемещения центра тяжести во фронтальном и сагиттальном направлениях. Сигналы с измерительной электрической схемы подаются на регистратор, воспроизводящий на бумажной ленте перемещения центра тяжести (стабилограмма) соответственно во фронтальной и сагиттальной плоскостях. При подаче сигналов на каналы горизонтальной и вертикальной развертки двухкоординатного регистратора получают векторную стабилограмму.

Таким образом, стабилография – новый и весьма перспективный метод диагностики, позволяющий проанализировать перемещение центра тяжести тела относительно центра опоры и оценить устойчивость стояния, равновесия человека.

Стабилометрические методы решают ряд актуальных спортивно-педагогических задач:

1) исследование статодинамической устойчивости тела спортсмена и системы тел, количественная и качественная оценка этой устойчивости, дополнение знаний о спортивной технике упражнений;

2) осуществление контроля качества обучения упражнениям, связанным со сложным двигательным навыком сохранения равновесия тела;

3) определение функционального состояния организма спортсмена по показателям статодинамической устойчивости;

4) определение уровня и динамики тренированности функции балансирования в системе взаимодействующих тел;

5) проведение прогнозирования и профессиональный отбор спортсменов в команду.

Компьютерная стабилотография на современном уровне развития позволяет выделить следующие направления ее в физической культуре и спорте:

- научно-исследовательское;
- контроль функционального состояния спортсменов;
- обучение и тренинг на основе компьютерных технологий;
- диагностика и реабилитация в спортивной медицине;
- использование в сфере спортивных услуг.

Научно-исследовательское направление в настоящее время включает в себя исследования собственно функции равновесия, как традиционное направление в следующих видах спорта: стрельба, гимнастика, прыжки в воду, тяжелая атлетика, борьба, прыжки на лыжах с трамплина, биатлон, групповая акробатика и другие.

Актуально также исследование системы управления движениями человека, при котором позное равновесие рассматривается как один из видов движений, эволюционно предшествующее локомоторным движениям. Следует рассматривать произвольные и произвольные движения, а также их рефлекторные и кортикальные компоненты. Не менее значимы исследования равновесия человека в комплексе с другими системами жизнеобеспечения, психофизиологией спортсмена и его состоянием в экстремальных и неблагоприятных ситуациях.

Контроль функционального состояния спортсменов на основе методов и средств компьютерной стабилотографии сегодня не имеет альтернатив по комфортности и времени обследования, высокой чувствительности к отклонениям функционального состояния, возможности формирования индивидуальных и групповых нормативов, а также мониторингу текущего состояния спортсменов. Контроль в спорте и физической культуре традиционно разделяется на следующие виды:

1. Отбор, как на первоначальном этапе, так и на определенных этапах многолетней тренировки, важно в следующих видах спорта: горнолыжный,

прыжки в воду, акробатика прыжковая, групповая акробатика, спортивная гимнастика, воздушная акробатика, альпинизм и др.

2. Текущее обследование состояния различных систем организма спортсмена: сердечно-сосудистой, дыхательной, различных систем ЦНС, мышечной, а также психологического состояния спортсмена. К этому разделу можно отнести и оценку общего состояния спортсмена, его готовности к сложно-координационной деятельности в ходе тренировочного процесса, а также оценку воздействия различной нагрузки на адаптационные процессы спортсменов. Стабилографический контроль функционального состояния спортсмена может быть рекомендован для всех видов спорта ежедневно, или хотя бы через 1–2 дня.

3. Этапное обследование позволяет оценивать состояние спортсменов после выполнения тренировочных нагрузок определенного временного периода, рекомендуется проводить не реже одного раза в 1–2 месяца.

Рекомендуется также проводить 1 раз в год в комплексном медицинском обследовании спортсмена.

Обучение и тренинг на основе стабилографических технологий направлены на совершенствование управления спортсменами отдельными мышечными группами, формирование правильной начальной позы в соответствии с требованиями спортивной специализации, формировании осанки и адекватного сохранения равновесия после возмущений и т.п.

Диагностика и реабилитация в спортивной медицине аналогичны методам, используемым в обычной медицине с поправкой на кондиционные возможности спортсменов, характер травм и скорость их восстановления.

Симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы

Вегетативная нервная система – специализированный отдел нервной системы, регулируемый корой больших полушарий. В отличие от соматической нервной системы, иннервирующей произвольную (скелетную) мускулатуру и обеспечивающей общую чувствительность тела и других органов чувств, вегетативная нервная система регулирует деятельность внутренних органов: дыхания, кровообращения, размножения, желез внутренней секреции. Вегетативная нервная система подразделяется на симпатическую и парасимпатическую системы. Деятельность сердца, сосудов, органов пищеварения, выделения, половых и других, регуляция обмена веществ, термообразования, участие в формировании эмоциональных реакций (страх, гнев, радость) – все это находится в ведении симпатической и парасимпатической нервной системы и под контролем высшего отдела центральной нервной системы.

В области физической культуры и спорта чаще всего используются тесты, пробы и коэффициенты, характеризующие вегетативную регуляцию сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Ортостатическая проба характеризует возбудимость симпатического отдела вегетативной нервной системы. Ее суть заключается в анализе изменений ЧСС в ответ на переход тела из горизонтального в вертикальное положение.

Методика: пробе предшествует отдых в течение 5 минут в положении лежа, в конце которого подсчитывают ЧСС, затем испытуемый спокойно встает. Повторно ЧСС оценивают по окончании первой минуты пребывания в вертикальном положении.

Принципы оценки результатов первой минуты проб:

Динамика ЧСС (уд./мин):

Отлично: От 0 до +10

Хорошо: От +11 до +16

Удовлетворительно: От +17 до +22

Неудовлетворительно: Более +22 либо от -2 до -5.

Коэффициент Хильденбранта

Характеризует соотношение тонуса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Определяется как соотношение числа сердечных сокращений и частоты дыхания.

$$Q = \text{ЧСС} / \text{ЧДД},$$

где ЧСС – число сердечных сокращений в 1 мин; ЧДД – число дыхательных движений в 1 мин.

Коэффициент 2,8–4,9 свидетельствует о нормальном соотношении тонуса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Показатель, равный 5 и более свидетельствует о симпатикотонии; 2,7 и менее – о парасимпатикотонии.

Вегетативный индекс Кердо (ВИ) рассчитывается по формуле:

$$\text{ВИ} = 1 - (\text{ДАД} / \text{ЧСС}) \times 100,$$

где ДАД – диастолическое артериальное давление; ЧСС – число сердечных сокращений в 1 мин.

Оценка вегетативного индекса Кердо:

15 уравнивание симпатических и парасимпатических влияний

от 16 до 30 симпатикотония

≥ 31 выраженная симпатикотония

от -16 до -30 парасимпатикотония

≤ -31 выраженная парасимпатикотония

Особенно информативен этот показатель в игровых видах спорта, где высокое нервно-психическое напряжение. Имеет значение возраст, пол, функциональное состояние, спортивная квалификация.

Исследование основных видов чувствительности

Проба на кинестетическую чувствительность – методика проведения: вначале у испытуемого кистевым динамометром измеряется максимальная сила кисти. Затем ему предлагается под контролем зрения 3-4 раза сжать динамометр с силой, соответствующей половине максимального результа-

та. После этого он должен воспроизвести данное усилие, не глядя на прибор. Второе задание сводится к воспроизведению усилия, равного 3/4 максимального (при той же последовательности выполнения заданий).

Принципы оценки. Оценка результатов пробы осуществляется путем сопоставления фактического (без контроля зрения) и запланированного усилий, результат выражается в процентах. Разница не более 20% указывает на нормальное состояние кинестетической чувствительности.

Проба на проприоцептивную чувствительность

Методика проведения: обследуемый под контролем зрения 3–4 раза сгибает руку в локтевом суставе на заданный угол, измеряемый угломером. Затем он воспроизводит этот угол, но уже не глядя на прибор.

Принципы оценки. Оценка результатов пробы выражается в процентах по отношению к контрольному заданию. Разница не более 10% указывает на нормальное состояние проприоцептивной чувствительности.

Долориметрия. Этот метод количественной оценки изменения болевой чувствительности тканей человека после воздействия на них физическими средствами восстановления был предложен А.Я. Креймером (1966) и проводится прибором, представляющим собой индикатор часового типа с за-



грубленным штоком, на конце которого закреплена насадка. С этой целью в России и за рубежом (США, Южная Корея) используют прибор VagnerFDX.

Шкала индикатора представлена в условных единицах, но специальный график дает возможность оценивать полученные результаты в единицах давления. Удерживая цилиндрическую часть прибора перпендикулярно к обследуемой области, прикладывается шток с насадкой на конкретную точку (брюшко четырехглавой мышцы бедра – медиальная головка или место «гусиной лапки» – сухожилие медиальной головки четырехглавой мышцы бедра) и плавно надавливают. По мере продвижения штока вглубь часового механизма исследуемая точка испытывает все большее давление, показываемое стрелкой индикатора. Величина давления, при которой исследуемый начинает ощущать болезненность, считается порогом болевой чувствительности. Этот момент фиксируется по измерительной шкале и заносится в протокол.

К более сложному инструментальному методу оценки функционального состояния центральной нервной системы относится **Электроэнцефалография (ЭЭГ)**. Это методика позволяет регистрировать активность головного мозга с помощью электродов, демонстрируя нейронную активность в коре головного мозга. Частоты сигналов, получаемых с помощью ЭЭГ, формируют различные виды мозговых волн (да, именно так, головной мозг

создает волны), характеристики которых сильно зависят от степени активности коры головного мозга. Чтобы разобраться с терминологией, ученые решили различать эти волны по частоте и дали им названия в виде букв греческого алфавита:

Альфа-ритм (α -ритм) – регистрируется у 85–95% здоровых взрослых людей. Он связан с расслабленным состоянием бодрствования, покоя. Депрессия альфа-ритма возникает, когда мы открываем глаза или думаем над задачей, требующей определенных зрительных представлений. Депрессия альфа-волн может быть признаком беспокойства, гнева, страха, тревоги.

Бета-ритм (β -ритм) – в норме связан с высшими когнитивными процессами и фокусированием внимания в бодрствующем состоянии, когда мы наблюдаем за происходящими событиями или сосредоточены на решении текущих проблем. Повышение бета-ритма – реакция на стрессовое воздействие.

Гамма-ритм (γ -ритм) – наблюдается при решении задач, которые требуют максимального сосредоточения внимания.

Дельта-ритм (δ -ритм) – связан с восстановительными процессами, особенно во время сна. Избыток дельта-волн практически гарантирует наличие нарушений внимания и других когнитивных функций.

Тета-ритм (θ -ритм) – проявляется тогда, когда спокойное, расслабленное бодрствование переходит в сонливость, когда человек находится между сном и бодрствованием – это состояние называется еще «сумеречным». Тета-ритм связан с поисковым поведением, усиливается при эмоциональном напряжении. Высокий уровень тета-ритма может показывать состояние сонливости и утомления, что может быть проявлением хронического стресса.

Каппа-ритм (κ -ритм) – схож с альфа-ритмом.

Мю-ритм (μ -ритм) – активизируется во время умственной нагрузки и психического напряжения.

В связи с тем, что для достижения наилучших процессов в спорте мозг спортсмена должен работать в особом режиме, для которого необходимы такие качества как мотивация, избирательное внимание, постановка целей, рабочая память и принятие решений. Он должен справляться со стрессом, огромным внешним давлением, страхом и новыми, непривычными обстоятельствами. Успешное решение поставленных задач возможно при оптимальной работе головного мозга, что может отражаться на показателях ЭЭГ. Поэтому в последнее время большое значение в профессиональном отборе в большой спорт и в обследовании спортсменов ученые придают данному виду обследования.

Электромиография – методика, позволяющая регистрировать электрические биопотенциалы скелетных мышц. Электромиограмма (ЭМГ) характеризуется частотой и амплитудой осцилляций, отражающих активность биотоков сокращающихся и расслабляющихся мышц. Увеличение на

ЭМГ числа высоких осцилляций сопровождается наиболее согласованным возбуждением мышечных волокон и указывает на улучшение функционального состояния нервно-мышечного аппарата. Регистрация ЭМГ у спортсменов во время разных физических нагрузок позволяет определить функциональное состояние и функциональные особенности мышечных волокон и двигательных единиц, получить качественную характеристику координации движений, установить степень нарушений функционального состояния и утомления нервно-мышечного аппарата. Метод электромиографии позволяет определить латентное время напряжения (ЛВН) и латентное время расслабления (ЛВР) мышцы, т. е. время от подачи сигнала к действию до ответной реакции мышцы. По мере улучшения состояния тренированности ЛВН и ЛВР укорачиваются, а при утомлении – увеличиваются. Наиболее чувствительно реагирует на изменения функционального состояния ЛВР. Следует отметить, что у высококвалифицированных спортсменов ЛВР, короче, чем ЛВН.

Определение некоторых свойств нервной деятельности (силы, скорости основных нервных процессов)

Теппинг-тест предназначен для диагностики силы нервной системы. Сила нервных процессов выступает показателем работоспособности, выносливости нервных клеток и нервной системы в целом. Тест основан на изменении во времени максимального темпа движений кистью руки. Для регистрации этих движений испытуемый осуществляет постукивание концом заточенного карандаша по лежащему на столе листу бумаги. Методику не следует использовать для диагностики детей младше 6 лет, т.к. у них максимальная частота движений небольшая и индивидуальные различия сглаживаются. Кроме того, им трудно долго поддерживать максимальный темп движений и волевое усилие.

Методика проведения: для проведения теста на листе бумаги необходимо начертить шесть равных квадратов и пронумеровать их, начиная с левого верхнего по часовой стрелке. Процедура диагностики Инструкция испытуемым. Сядьте поудобнее. Возьмите карандаш таким образом, чтобы, держа его перпендикулярно к плоскости стола, им было удобно постукивать по бумаге. Предплечье и локоть руки, в которой держите карандаш, удобно расположите на столе. По моему сигналу начинайте с максимальной частотой ставить точки в каждом квадрате по очереди, начиная с первого. Работайте в максимально быстром темпе в течение 30 секунд (по 5 секунд в каждом квадрате). Все время работайте на максимуме волевого усилия, даже если заметите, что темп движений будет уменьшаться. Чем большее число движений Вы успеете сделать за отведенное время, тем сильнее нервная система. Не ставьте точки в одном и том же месте, т.к. потом вы не сможете их сосчитать. Переход с одного квадрата в другой следует производить по моей команде в направлении по часовой стрелке, не прерывая работы. Чтобы избежать излишних скачков, старайтесь к концу

пятисекундного интервала оказаться рядом с границей следующего квадрата. Поставьте конец карандаша перед границей первого квадрата. Внимание! Начали! Через каждые 5 секунд по секундомеру давайте команду «переход», по которой испытуемые начинают ставить точки в следующем квадрате. Во время тестирования стимулируйте испытуемых к работе в максимальном темпе командами «Не сбавляйте темп», «Быстрее», «Хорошо, но еще прибавьте темп» и т.п. По окончании шестого пятисекундного интервала дайте команду «Стоп».

Обработка результатов. Необходимо подсчитать количество точек в каждом квадрате отдельно. Чтобы не пропустить точку и не считать ее дважды, целесообразно соединять подсчитанные точки линией. Сумму точек обозначают цифрой в правом нижнем углу каждого квадрата. Интерпретация результатов. Строят график, где по горизонтальной оси обозначаются номера квадратов, а по вертикальной – количество точек в каждом квадрате. От показателя количества точек в первом квадрате проводят горизонтальную линию исходного уровня. По вертикальной оси – количество постукиваний за 5 секундные отрезки. По горизонтальной оси – номера пятисекундных отрезков.

Критерии для интерпретации результатов, полученные по следующим типам кривых:

Выпуклый тип: максимальный темп нарастает в первые 15 с работы; в последующем к 25–30 с он может снизиться ниже исходного уровня. Этот тип кривой свидетельствует о наличии у испытуемого сильной нервной системы.

Ровный тип: максимальный темп удерживается приблизительно на одном уровне в течение всего времени работы. Этот тип свидетельствует о том, что у испытуемого имеется средняя сила нервной системы.

Нисходящий тип: максимальный темп снижается уже со второго пятисекундного отрезка и остается на сниженном уровне в течение всего времени работы. Этот тип свидетельствует о слабости нервной системы.

Промежуточный тип (между ровным и нисходящим типами) первые 10–15 с темп поддерживается на первоначальном уровне, а затем снижается. Этот тип кривой расценивается как промежуточный между средней и слабой силой нервной системы (средне-слабая нервная система).

Вогнутый тип: первоначальное снижение максимального темпа сменяется кратковременным возрастанием темпа до исходного уровня, вследствие этой кратковременной мобилизации испытуемых с этим типом кривой также относят к представителям средне-слабой нервной системы

Практика показывает, что наиболее простой интерпретацией и одновременно наиболее учитывающей принцип континуума является учет соотношения частей кривой относительно линии исходного уровня. Чем большая часть кривой находится выше линии исходного уровня, тем сильнее нервная система. Чем большая часть кривой находится ниже линии ис-

ходного уровня, тем слабее нервная система. Если выше и ниже линии исходного уровня находятся равные части кривой (+ 5%), – это средняя по силе НС.

Исследование реакции на движущийся объект (скоростной показатель)

Показатель важен для многих видов спортивной деятельности (спортивные игры, единоборства).

Для выполнения пробы требуется линейка длиной 50–60 см с отметкой посередине. Методика проведения: экспериментатор держит линейку за верхний край, а испытуемый вытягивает руку вперед, располагая кисть около нижнего края линейки. При падении линейки ее следует схватить на уровне отметки. Оценка результатов: измеряются отклонения в см (в любую сторону) 3–5 раз, вычисляют среднее значение. Обычное отклонение составляет 13 см для юношей 19–20 лет, а для девушек – 15 см.

6.11. Исследование психологического состояния

Под психологическим состоянием понимается картина психического функционирования в ограниченный промежуток времени.

Тест САН – «Самочувствие, активность, настроение»

При исследовании психо-эмоционального состояния широко используется данный тест. Для работы необходимы: бланки опросника, ручка.

Проведение работы. Испытуемый в процессе исследования самостоятельно оценивает свое состояние, определяя степень выраженности отдельных его признаков по семибалльной шкале. Перед началом исследования испытуемый получает следующую инструкцию: «Оцените свое психическое состояние в данный момент по каждому из признаков, указанных на бланке. Обведите кружком соответствующую цифру от 0 до 3 в левой или правой половине каждой строки в зависимости от выраженности признака». Обработка результатов проводится с помощью шаблонов-ключей (тест-опросник в приложении А).

Определение темперамента (опросник Айзенка)

Автор двухфакторной модели личности Г. Айзенк в качестве показателей основных свойств личности использовал экстраверсию, интроверсию и нейротизм. В общем смысле экстраверсия – это направленность личности на окружающих людей и события, интроверсия – направленность личности на ее внутренний мир, а нейротизм – понятие, синонимичное тревожности, – проявляется как эмоциональная неустойчивость, напряженность, эмоциональная возбудимость, депрессивность.

Для работы необходимы: бланки опросника Айзенка, ответный лист, ручка. Опросник содержит 57 вопросов, из которых 24 связаны со шкалой экстраверсии-интроверсии, еще 24 – со шкалой нейротизма, а остальные 9

входят в контрольную Л-шкалу (шкала лжи), предназначенную для оценки степени искренности испытуемого при ответах на вопросы.

Проведение работы. Перед началом исследования испытуемый получает следующую инструкцию: «Вам будет предложено ответить на ряд вопросов. Отвечайте только «да» или «нет» знаком плюс в соответствующей графе, не раздумывая, сразу же, так как важна первая реакция. Имеется в виду, что исследуются некоторые личностные, а не умственные особенности, так что правильных или неправильных вопросов здесь нет». Обработка результатов проводится с помощью ключей. Результаты работы и их оформление. Составьте протокол опыта. Оцените уровневые характеристики показателей испытуемого, тип темперамента. Определение устойчивости внимания по методу корректурной пробы. Под вниманием понимают направленность и сосредоточенность психической деятельности на объект, имеющий определенную значимость для человека (тест-опросник в приложении Б).

Корректурная проба (Тест Бурдона)

Используется для выявления утомляемости, оценки концентрации и устойчивости внимания. Для работы необходимы: текст для корректурной пробы, секундомер, ручка.

Проведение работы. Испытуемому предлагают на полученном бланке (бланк в Приложении В) вычеркнуть буквы Е и С двумя разными способами, а букву Н обвести кружком. Экспериментатор запускает секундомер и через каждую минуту в течение 5 мин по команде экспериментатора испытуемый ставит вертикальную черту после последней просмотренной им буквы.

Результаты работы и их оформление. Определите по минутам количество просмотренных букв (n), число зачеркнутых букв (К), количество ошибок (Р). Ошибки – это неправильно зачеркнутые буквы, не вычеркнутые Е и С или не обведенная кружком буква Н. Вычислите показатели:

1) точности работы по следующей формуле:

$$A = K / K \times (K+P),$$

2) производительности работы по следующей формуле:

$$E = n \times A.$$

Сравниваются полученные показатели для первой и последней минут работы у одного испытуемого.

Методика Шульте

Исследование распределения внимания по методике Шульте отличается простотой и информативностью. Распределение внимания свидетельствует о возможности субъекта направлять и сосредоточивать внимание на нескольких независимых переменных одновременно. Для работы необходимы: таблица с 25 квадратами, в которых в случайном порядке распределены цифры от 1 до 25, указка, секундомер.

Проведение работы. Испытуемый находит, называет и показывает указкой цифры от 1 до 25 в прямом порядке. Определяют время, затраченное им на эту операцию, среднее время для данной работы составляет 30–50 с.

Тест «Перепутанные линии» (Тест переплетённых линий)

Данная психологическая методика, направленная на измерение устойчивости и концентрации внимания.

Стимульный материал представляет собой 25 перепутанных линий, которые начинаются с левой стороны бланка и заканчиваются с его правой стороны. С левой стороны все линии пронумерованы от 1 до 25. Задачей испытуемого является проследить ход следования каждой линии по порядку и в той клетке, где она заканчивается, указать номер линии. Испытуемому не разрешается использовать вспомогательные средства (такие как карандаш, палец) для прослеживания линии.

Инструкция испытуемому: «Перед Вами на бланке ряд перепутанных между собой линий. Каждая из них начинается слева и заканчивается справа. Ваша задача – проследить каждую линию слева направо и в той клетке, где она заканчивается, проставить ее номер. Начинать нужно с линии 1, затем перейти к линии 2 и т.д. до конца. Следить за линиями надо только глазами; помогать себе пальцами, карандашом нельзя. Старайтесь работать быстро и не делать ошибок». На выполнение задания дается в общем 10 минут. Одной из модификаций данной методики является выполнение задания в течение 7 минут. В данном случае фиксируется только количество правильных ответов за установленное время.

Обработка и интерпретация результатов. При обработке результатов фиксируются такие показатели как: общее затраченное время на выполнение задания (t), количество линий в бланке (a), число неправильных ответов – ошибок (b). По этим показателям высчитывается коэффициент концентрации (Q) и коэффициент дефицита концентрации (Dk) по следующим формулам:

$$Q = (a-b) \times t / a \times Dk = t - Q.$$

При отсутствии дефицита внимания Dk будет равен нулю. Данный показатель оценивает, как качественные, так и количественные нарушения произвольного внимания. Высокие показатели Dk свидетельствуют о низкой устойчивости внимания. Также фиксируется время, за которое испытуемый прослеживает каждые пять линий (с 1 по 5, с 6 по 10, с 11 по 15, с 16 по 20, с 21 по 25). Показатель темпа выполнения задания даёт возможность судить о влиянии длительной работы, а именно устойчивости. Основными сферами применения данного теста является психология спорта.

Аппаратный комплекс НС-Психотест

Общепризнанным в настоящее время является тот факт, что психологическая готовность спортсмена – это решающий фактор победы в большом спорте. Что бы в условиях учебно-тренировочного процесса понять, на-

сколько спортсменов готов к предстоящему старту, необходимо изучить различные стороны его психической деятельности. Основной причиной, влияющей на психическое состояние спортсменов, является соответствие тренировочных нагрузок функциональному состоянию организма. Подготовка спортсменов высокой квалификации деятельный процесс, в котором контроль психофизиологического состояния имеет большое практическое значение. Целью контроля является оптимизация процесса подготовки и соревновательной деятельности спортсменов на основе объективной оценки различных сторон их подготовленности и функциональных возможностей важнейших систем организма.

Основное назначение АПК «НС – Психотест»: комплексный контроль статусных и функциональных характеристик центральной нервной системы по результатам психологических и психофизиологических тестов. В комплексе реализована возможность регистрации и анализа вегетативных и эмоциональных реакций при проведении психологического и психофизиологического тестирования, что позволяет оценить:

- физиологическую цену деятельности,
- уровень адаптивных возможностей к нагрузкам с нервно-психическим напряжением (НПН),
- более точно прогнозировать доступность нагрузок, связанных с НПН, в реальных условиях спортивной деятельности.

Комплекс содержит психофизиологические тесты, которые позволяют оценить:

- психомоторные свойства (время простой двигательной реакции, теппинг, тремор, координацию и др.);
- нейродинамические свойства (баланс нервных процессов, силу и выносливость нервной системы, функциональную подвижность нервных процессов, особенности межполушарной асимметрии);
- свойства внимания (концентрацию и устойчивость, помехоустойчивость; избирательность, объем, переключаемость и распределение);
- отдельные свойства восприятия, памяти, мышления;
- свойство психофизиологической адаптивности.

«НС-Психотест» состоит из десятка приборов и принадлежностей. Это позволяет скомпоновать их для решения любых задач. Компактность и низкое энергопотребление приборов, использование стимульного материала и бланковых форм обеспечивают мобильность и позволяют проводить выездные обследования.

Наибольший диагностический эффект достигается при динамическом наблюдении одного и того же человека в течение длительного времени. При этом имеется возможность сравнить его текущие характеристики со статусными и вовремя обнаружить тенденции к их отклонению. Именно такой подход позволяет проводить адекватные научные исследования.

6.12. Биохимические исследования в спорте

Особенностью биохимического исследования в спорте является их сочетание с физической нагрузкой. Это обусловлено тем, что в состоянии покоя биохимические показатели тренированного спортсмена находятся в пределах нормы и не отличаются от аналогичных показателей здорового человека. Однако характер и выраженность возникающих под влиянием физической нагрузки биохимических изменений существенно зависит от уровня тренированности и функционального состояния спортсмена. Поэтому при проведении биохимических исследований в спорте пробы для анализа (например, крови или мочи) берут до тестирующей нагрузки, во время ее выполнения, после ее завершения и в разные сроки восстановления.

Физические нагрузки, используемые для тестирования, можно разделить на два типа: стандартные и максимальные (С.С.Михайлов, 2007).

Стандартные нагрузки являются строго дозированными. Их параметры определены заранее. При проведении биохимического контроля в группе спортсменов эти нагрузки должны быть доступными для всех испытуемых и хорошо воспроизводимы (Гарвардский степ-тест, работа на велотренажере и т.д.). Стандартная нагрузка также может быть использована для оценки эффективности одного спортсмена. С этой целью биохимические исследования спортсмена проводятся на разных этапах тренировочного процесса с использованием одних и тех же стандартных нагрузок.

Максимальные или предельные физические нагрузки (работа «до отказа») не имеют заранее заданного объема. Они могут выполняться с заданной интенсивностью в течение максимального времени, возможного для каждого испытуемого, или в течение заданного времени, или на определенной дистанции с максимально возможной мощностью. В этих случаях объем нагрузки определяется тренированностью спортсмена.

В качестве максимальных нагрузок можно использовать Гарвардский степ-тест, велоэргометрическую пробу, бег на тредбане, выполняемые «до отказа». «Отказом» следует считать снижение заданного темпа (частоты восхождения на скамейку или вращения педалей, или скорости бега на тредбане).

Исследование крови

Для проведения биохимических исследований обычно исследуют капиллярную кровь, взятую из пальца или мочки уха. Венозную кровь исследуют в тех случаях, когда необходимо определить много биохимических показателей.

Забор крови проводится чаще всего до выполнения физической нагрузки и после ее завершения (примерно через 5 мин). Иногда для изучения динамики биохимических сдвигов забор крови проводится во время вы-

полнения работы, а также для оценки восстановительных процессов в разные моменты работы и восстановления.

Чаще всего в спортивной практике при анализе крови определяют: концентрацию гемоглобина, водородный показатель рН, щелочной резерв крови, концентрацию белков плазмы, глюкозы, лактата, жира и жирных кислот, кетоновых тел и мочевины.

Реже исследуют содержание гормонов, показатели гемостаза, оксидантный статус и др.

Исследование мочи

Для проведения биохимических исследований может быть использована суточная моча, а также порции мочи, полученные до и после выполнения физической нагрузки.

В спортивной практике обычно в моче определяют объем (диурез), плотность (удельный вес), кислотность (рН), сухой остаток, лактат, креатинин, мочевину, патологические компоненты.

Исследование выдыхаемого воздуха

Сбор выдыхаемого воздуха производится с помощью маски с клапаном, позволяющим направлять выдыхаемый воздух в специальный дыхательный мешок. С помощью газоанализаторов в выдыхаемом воздухе определяют содержание кислорода и углекислого газа. На основании данных показателей можно рассчитать: максимальное потребление кислорода (МПК), кислородный долг (количество кислорода, использованного во время работы сверх уровня покоя), алактатный кислородный долг, лактатный кислородный долг, дыхательный коэффициент.

Исследование слюны

Анализ слюны используют довольно редко. Чаще всего в слюне определяют рН и активность фермента амилазы, по которому можно судить об интенсивности углеводного обмена.

Исследование пота

Данное исследование в последнее время стали проводить чаще благодаря внедрению в спортивную практику (пока за рубежом) сенсоров пота. На основании данных, полученных с помощью гибкой системы датчиков, прикрепленных пластырем к телу спортсмена, можно получать следующие данные: калий, натрий, лактат и некоторые метаболиты.

6.13. Тестирование физической подготовленности

Важным элементом системы физического воспитания является контроль, одной из форм которого является тестирование уровня физической подготовленности занимающихся физической культурой и спортом.

Тестирование – научно-практическая процедура измерения, проводимая на спортсмене с целью определения его состояния, процесс оценки физических возможностей занимающегося с помощью теста или тестовой

батареи. Тест – это особый вид экспериментального исследования, измерение или испытание, стандартное задание или система заданий, проводимое для определения и оценки уровня физического состояния, физической подготовленности и других качеств занимающихся. Моторные тесты – тесты, в основе которых лежат двигательные задания. Тестовая батарея – набор двигательных тестовых заданий, используемый для комплексной оценки двигательной подготовленности человека. Ниже представлены некоторые варианты моторных тестов.

Тесты для определения собственно силовых возможностей

1. Бросок набивного мяча, движения руками из-за головы, сидя на полу, ноги врозь. Определяет силу мышц разгибателей туловища, плечевого пояса и частично рук. Измеряется дальность броска в метрах от линии стоп.

2. Сгибание и разгибание рук из упора на гимнастических брусьях. Определяется сила мышц рук и плечевого пояса путем подсчета числа выполненных упражнений.

Тесты для определения скоростно-силовых возможностей

1. Прыжок вверх с места. Определяется высота выпрыгивания вверх в см.

2. Количество приседаний за 10 с. Второй вариант – определяется время выполнения десяти приседаний.

3. Количество сгибаний и разгибаний рук из исходного положения упор лёжа. Определяется количество движений за 10 с. Второй вариант – определяется время выполнения с максимальной частотой десяти указанных движений.

4. Количество сгибаний и разгибаний рук из упора на гимнастических брусьях за 10 с. Второй вариант – определяется время выполнения с максимально возможной частотой десяти движений.

5. Количество сгибаний и разгибаний туловища за 10 с.

Тесты для определения силовой выносливости – подтягивание, отжимания, жим штанги, лёжа или стоя, приседания со штангой, удержание угла в вися, подъём туловища и т.д. В данных тестах считают количество сделанных повторений движений до утомления. Как пример сугубо специфических контрольных упражнений (в то же время являющихся и тренировочными) можно назвать упражнения, применяемые борцами: броски тренировочного чучела на максимальное число повторений за 20 сек.

Методы оценки скоростной подготовленности

С силой тесно взаимосвязана быстрота, под которой обычно понимают способность человека совершать действия или операции в минимальный для данных условий отрезок времени. Быстроту характеризуют следующие показатели: скрытое время простой двигательной реакции, время выполнения действия или операции, частота (темп) движений, а также комплексная форма проявления скоростных качеств – быстрота выполнения целост-

ного двигательного акта (спортивного упражнения, например, спринтерского бега, удара в боксе).

Измерение скорости максимально быстрых движений определяется ручным способом с помощью секундомера, либо автоматически при помощи электромеханических спидометров, фотоэлектронных устройств, видеосъемкой с помощью высокоскоростных видеокамер, оптоэлектронной циклографией и других методик. На основании полученных результатов можно создать график динамики скорости бега, длину и частоту шагов.

Тесты для определения быстроты движений

1. Бег на 20 или 30 м с ходу. Фиксируется время преодоления этих дистанций, т.е. определяется максимальная скорость в беге.

2. Частота движений в беге на месте. В первом варианте определяется число беговых шагов, которые способен выполнить испытуемый за 10 с; во втором – определяется время выполнения 20 шагов.

Методы оценки уровня развития выносливости

Выносливостью называют способность человека к длительному выполнению каких-либо действий без снижения их эффективности, способность противостоять физическому утомлению в процессе мышечной деятельности. Она зависит от согласованного функционирования многих органов и систем организма.

Формы проявления выносливости – общая и специальная. Общая выносливость – это способность спортсмена длительное время выполнять физическую нагрузку, вовлекающую в действие большую часть мышечного аппарата. Специальная выносливость спортсмена – это способность противостоять утомлению в условиях специфических нагрузок, особенно при максимальной мобилизации функциональных возможностей организма для достижений в избранном виде спорта.

Выносливость измеряется с помощью двух групп тестов. Неспецифические тесты позволяют оценивать потенциальные возможности спортсмена, а специфические позволяют выявить степень реализации этих потенциальных возможностей.

Неспецифические тесты – бег на тредбане, педалирование на велоэргометре, степ-тест и т.п. Измерениям в этих тестах подлежат эргометрические и физиологические показатели. Эргометрические показатели – время, объем, интенсивность выполнения заданий; физиологические показатели – потребление кислорода, ЧСС, порог анаэробного обмена.

Специфические тесты – это такие, структура выполнения которых близка к соревновательной (для бегунов – бег на тредбане).

Для оценки общей выносливости применяются различные тесты, например, тест Купера (12-минутный бег), проплывание 400-метровой дистанции со скоростью 80% от максимальной и т.п.

Для оценки уровня развития специальной выносливости применяются различные тесты в зависимости от избранного вида спорта.

Тесты для определения выносливости

Их применение зависит от конкретного вида проявления этого физического качества.

Определение общей выносливости

1. Расстояния, которое пробегают за 5 или 6 мин. При тестировании необходимо сообщать испытуемым сколько им еще осталось. При недостаточной подготовленности тестируемым необходимые могут переходить на ходьбу, а восстановившись снова начинать бегать.

3. Пробегаемое расстояние за 12 мин (тест К.Купера). Этот тест широко распространен в мире. Методика его применения такая же, что и предыдущем тесте. С его помощью можно определить уровень развития общей выносливости, она очень информативный показатель кардиореспираторных возможностей человека, т.е. во многом характеризует состояние его здоровья.

4. Определение критической скорости в беге – это наименьшая скорость (интенсивность), при которой достигается максимальное потребление кислорода (МПК). А, как известно, показатель МПК во многом определяет уровень общей выносливости. Другими словами критическая скорость ($V_{кр}$) является педагогическим выразителем физиологического показателя аэробных возможностей человека, т.е. его уровня МПК. Поэтому значение критической скорости во многом характеризует степень развития общей выносливости. Наряду с этим критическая скорость служит основным критерием определения интенсивности бега при развитии данного физического качества.

5. Количество приседаний на одной ноге. Испытуемый, придерживаясь (чтобы не потерять равновесие) рукой за гимнастическую стенку, приседает на ближней к стенке ноге, затем, повернувшись к стенке другим боком, приседает на другой ноге. Хват руки за гимнастическую стенку – на уровне опущенной руки в положении основной стойки.

6. Количество сгибаний и разгибаний туловища за 1 мин из исходного положения, лежа на полу (или на мате), руки за голову, ноги согнуты в коленях под прямым углом, партнер удерживает стопы выполняющего тест, прижимая их к полу. При сгибании туловища (его подъеме) локти касаются коленей.

Определение выносливости по статическим усилиям (статическая выносливость)

1. Удержание рук с грузом 1 кг в горизонтальном положении. Исходное положение – основная стойка, руки в стороны, в каждой груз 1 кг (в качестве груза могут использоваться гантели). Рядом с кистями рук устанавливают планки с делениями по 1 см. Измеряется статическая выносливость мышц плечевого пояса. В зависимости от подготовленности тестируемых, вес груза может быть увеличен до 2 кг.

2. Удержание положения «угла» в висе на гимнастической стенке (в зависимости от подготовленности тестируемых, этот тест можно выполнять в упоре на гимнастической скамейке, в упоре на параллельных брусьях). Определяется время удержания «угла» до момента опускания ступней более, чем на 10 см. выявляется уровень статической выносливости мышц брюшного пресса.

3. Удержание положения «полуприседа». Исходное положение – стоя на носках в положении полуприседа, угол между бедрами и голеньями – 90°, туловище вертикально, руки вперед – вверх. Измеряется уровень статической выносливости бедер и голени.

4. Удержание положения «лежа на груди на столе». Исходное положение – лежа на груди на столе так, чтобы край стола находился на уровне пояса, ноги вытянуты параллельно полу, тестируемого удерживают за плечи. Определяется время удержания указанного положения до момента опускания стоп более, чем на 10 см. выявляется статическая выносливость мышц спины.

5. Поочередное удержание ног в положении «угла». Исходное положение – основная стойка, выпрямленная нога поднимается до прямого угла по отношению к туловищу, руки на поясе. Рядом со стопой устанавливают планку с делениями по 1 см. Определяется время удержания ноги до момента опускания стопы более чем на 10 см. Измеряется статическая выносливость тазового пояса.

6. Для определения же быстрой динамической силы, взрывной силы и силовой выносливости применяются разнообразные контрольные упражнения.

7. Наиболее употребляемые из них – выпрыгивание вверх (с измерительной лентой и без нее), прыжок в длину с места, метания набивных мячей и вспомогательных снарядов (для определения скоростно-силовых качеств), подтягивания на перекладине, отжимания, жим штанги в различных положениях на число раз (для определения силовой выносливости).

8. Большинство упомянутых упражнений общеизвестно и не нуждается в дополнительных объяснениях, однако на выпрыгивании стоит остановиться несколько подробнее. Выпрыгивание с измерительной лентой выполняется следующим образом. Сантиметровая лента одним концом крепится к поясу спортсмена; свободный ее конец пропускается через прорезь прижимной пластинки (на мягком грунте пластинка закрепляется скобами, а на твердом может быть прижата ногой тренера).

9. В положении спортсмена стоя нужно натянуть ленту и заметить деление у прорези пластинки (например, 90 см). Из полуприседа спортсмен выпрыгивает вверх, вытягивая ленту через прорезь пластинки на высоту своего прыжка. У прорези останавливается цифра, например, 146. В этом случае высота выпрыгивания составляет $146 \text{ см} - 90 \text{ см} = 56 \text{ см}$. Каждое измерение выполняется дважды, учитывается лучшая из попыток.

10. Высоту выпрыгивания можно определить и без измерительной ленты. Для этого на стене краской наносится постоянная измерительная шкала от 1,50 м до 3,20 м с делениями через каждые 5 см. Подойдя к шкале, спортсмен поднимает руку и достает, например, деление 2,15. Затем, намазав концы пальцев мелом, он выпрыгивает вверх и достает, допустим, деление 2,80 (мел оставляет достаточно видимый след). Понятно, что в данном случае высота выпрыгивания составит $280\text{см} - 215\text{ см} = 65\text{ см}$. Измерение также выполняется дважды с учетом лучшей попытки.

11. Помимо этих общих для многих видов спорта контрольных упражнений в ряде случаев применяются разнообразные упражнения специализированного характера, выполнение которых максимально приближено к упражнениям «своего» вида спорта и которые измеряют силу основных, рабочих, групп мышц в наиболее специфическом режиме

Методы оценки координационных способностей

Как известно, критерием появления ловкости являются координационные способности человека. Ряд авторов считает, что координационные способности включают в себя проявление всего комплекса двигательной сферы: двигательных качеств, двигательных навыков, способность управлять и регулировать двигательные действия, энергетику и эстетику движений, социальные факторы двигательной деятельности. По существу, ловкость берет на себя функцию управления.

В этой связи предлагается широкий спектр тестов для определения ловкости.

1. Прыжки на разметку. Испытуемый спрыгивает с ящика высотой 110 см на обозначенную линию (1,5-2 м от ящика) так, чтобы попасть на эту линию пятками. После объяснения ему даются две попытки. Результат (в см) определяется по отклонению от линии (среднее из двух). За отклонение берется максимально удаленная пята одной из ног. Оценка: «отлично» – 3 см, «хорошо» – 5 см, «удовлетворительно» – 9 см, «достаточно» – 12 см, «плохо» – более 12 см.

2. Оценка способности к кинестетическому дифференцированию. К стенке крепится гимнастический мат 1x2 м (можно обозначить на стене спортзала прямоугольник указанного размера краской), в центре мата крепится обруч диаметром 0,8 м (можно обозначить краской). Испытуемый, стоя спиной к мишени в двух метрах от нее, бросает теннисный мяч в цель, выполняя бросок над головой или плечом (как удобно тестируемому), вполборота смотря в цель. После объяснения дается один пробный и 5 зачетных бросков. Оценка: попадание в мат – 1 очко, в обруч – 2 очка, между обручем и мячом – 3 очка, в мяч – 4 очка.

3. Оценка способности к ориентированию в пространстве. Вокруг большого набивного мяча на расстоянии 3 м (в секторе радиусом 3 м) находятся 5 малых мячей, между которыми 1,5 м. около малых устанавливаются флажки с номерами от 1 до 5 (можно эти номера написать краской на

самых мячах). Выполнение: испытуемый стоит лицом к большому мячу (он не должен видеть, какие номера установлены на каждом малом мяче). По команде (называется номер) он разворачивается и бежит, дотрагиваясь до названного мяча, бежит обратно, касаясь рукой большого мяча, в момент касания большого мяча снова следует команда (называется другой номер) и т.д. Тест заканчивается, когда испытуемый пробежит 3 раза, т.е. будут последовательно названы три номера. Определяется время. Расположение мячей (их номера) целесообразно менять после тестирования каждого испытуемого.

4. Бросок в подвижную цель. На высоте 2,3 м к стене крепится веревка длиной 0,6 м, к которой привязывается обруч (0,8 м). Выполнение: учитель отпускает обруч из горизонтального положения. Тестируемый, стоя в трех метрах от стены, бросает теннисный мяч, стараясь попасть в створ обруча, после того, как он начинает движение в обратную сторону. Дается одна пробная и 5 зачетных попыток. Попадание в створ обруча – 2 очка, в обруч – 1 очко. Оценка: «отлично» – 9 очков, «хорошо» – 7, «удовлетворительно» – 4, «достаточно» – 2, «плохо» – менее 2 очков.

5. Оценка способности к комплексной реакции. К гимнастической стенке на высоте 1,2 м цепляются за крюки две гимнастические скамейки так, чтобы между ними оказалось пространство 1–12 см (своеобразный желоб, по которому будет катиться мяч). В верхнем конце этого желоба тестирующий удерживает мяч. Тестируемый стоит на линии нижних концов скамеек в 1,5–2 м от них спиной к ним (не глядя на мяч). По сигналу тестирующий отпускает мяч. Испытуемый по этому сигналу должен повернуться, быстро подбежать и остановить катящийся мяч. Оценивается расстояние в см, пройденное мячом до места его остановки испытуемым (лучшая из двух попыток).

6. Оценка способности к динамическому равновесию. Испытуемый, стоя в 1,5 м от перевернутой скамейки (узкая часть ее часть вверху), пальцами левой руки под правой рукой берется за правое ухо, на ладони вытянутой правой руки мяч (волейбольный или легкий резиновый). По команде тестируемый бежит по скамейке, сталкивает ногой на противоположном конце скамейки лежащий набивной мяч и возвращается обратно. Определяется время выполнения теста. Если испытуемый, теряя равновесие, спрыгивает со скамейки более 3-х раз, то тестирование не засчитывается. За каждое касание пола одной ногой к общему времени прибавляется одна секунда.

7. Оценка способности к статическому равновесию. Стоя на одной ноге, другая нога согнута, развернута во фронтальной плоскости, ее пятка касается коленного сустава опорной ноги, руки на поясе, голова держится принятого устойчивого положения, а прекращается в момент потери равновесия. Небольшие колебания тела допускаются.

8. Оценка способности к статическому равновесию. Выполнение: основная стойка, глаза закрыты, непрерывное вращение головой в одну сторону в темпе – 2 вращения в сек. Время фиксируется от начала вращения головой до потери равновесия. Оценка: «отлично» – 35 сек, «хорошо» – 20 сек, «удовлетворительно» – 16 сек, «плохо» – менее 16 сек.

9. Тест «Челночный бег 10 раз по 5 метров» (для оценки скоростной выносливости и ловкости, связанных с изменением направления движения и чередования ускорения и торможения).

Методы оценки гибкости

Гибкость – это способность человека выполнять движения с большой амплитудой, морфо-функциональные свойства опорно-двигательного аппарата, определяющие степень подвижности его звеньев. Гибкость зависит от состояния связок, суставов и хрящевых сочленений. Кроме того, на проявление гибкости влияют многие факторы (разминка, температура в зале, возраст и мотивация спортсмена и т.п.). различают активную и пассивную гибкость, причем последняя демонстрирует потенциальные возможности человека. Активная гибкость характеризует способность выполнять движение за счет активности мышц, пассивная гибкость проявляется при воздействии внешней силы. Разницу между активной и пассивной гибкостью называют дефицитом активной гибкости (выражается в см или угловых градусах).

В отличие от других двигательных способностей, гибкость относится к морфофункциональным свойствам опорно-двигательного аппарата. Внешне гибкость выражается в размахе (амплитуде) сгибаний-разгибаний и других движений, допускаемых строением сустава, и измеряется по максимальной амплитуде движений. Наиболее распространены механические способы измерения гибкости при помощи гониометров-угломеров.

Контрольные упражнения для определения уровня развития гибкости

1. Наклон вперед с выпрямленными ногами. Испытуемый стоит на гимнастической скамейке в основной стойке. Затем, не сгибая ног, плавно наклоняется вперед – вниз до предела, проталкивая пальцами рук фиксатор, размеченной через 1 см, планки. Выявляется гибкость (подвижность) в тазобедренном суставе.

2. Тест «Наклон вперед сидя» (для измерения активной гибкости позвоночника и тазобедренных суставов).

3. Гимнастический мост (для исследования подвижности суставов позвоночника, плечевых и тазобедренных суставов).

4. Вытягивание носков в исходном положении, сидя на полу, – выявляется гибкость в голеностопных суставах.

5. Движение прямой ноги в тазобедренном суставе вперед – вверх. Исходное положение – лёжа на спине, на полу (или на мате). Одна нога (прямая) удерживается на полу партнером, другой ногой (свободной) выполня-

ется маховое движение вперед-вверх. Для измерения амплитуды движения в градусах применяется специальный прибор – гониометр-угломер.

6. Движение прямой ноги в тазобедренном суставе назад–вверх. Исходное положение – лёжа на животе, гониометр закрепляется во внутренней части голени у голеностопного сустава. Тестируемый выполняет максимальное для него маховое движение одной или двух ног назад–вверх. Результат подвижности также измеряется в градусах.

7. Движение прямой ноги в тазобедренном суставе в сторону – вверх. Исходное положение, лежа на боку, руки за голову. Гониометр закрепляется на тыльной стороне голени у голеностопного сустава. Испытуемый выполняет максимально возможное для него маховое движение в сторону–вверх. Результат измеряется в градусах.

8. Круговые движения прямыми руками в плечевых суставах с гимнастической палкой («выкрут»). Исходное положение – основная стойка, руки с гимнастической палкой впереди. Из этого положения сделать круговое движение прямыми руками так, чтобы руки с гимнастической палкой оказались сзади. Подвижность в плечевых суставах определяется расстоянием между кистями.

7. НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

В спорте помимо параметрических часто используются непараметрические методы математической статистики.

Параметрические методы, как видно уже из их названия, оперируют параметрами распределения. Они более точные, но предъявляют более строгие требования к данным. То есть перед расчетом все данные в группах нужно проверять на нормальность распределения. Это значит, что на графике распределения такие данные должны располагаться в виде колокола – больше всего испытуемых со средними значениями, а меньшинство имеют низкие и высокие показатели. Следовательно, для этого нужно исследовать выборку не менее 20 человек в группе. Критерий Стьюдента является параметрическим критерием.

Непараметрические критерии менее точные, но у них нет жестких требований к данным, и выборка может начинаться с 3–5 человек в группе. Эти критерии используются для несвязных выборок, то есть в группах разные испытуемые. Непараметрические методы часто заменяют реальные значения признака рангами.

Таким образом, если выполняется условие нормальности распределения, параметрические критерии обеспечивают наибольшую чувствительность. Если же это условие не выполняется, хотя бы приблизительно, их чувствительность существенно снижается, и непараметрические критерии дают больше шансов выявить реально существующие различия.

Наиболее простые и эффективные методики непараметрических методов математической статистики критерий Уилкоксона, Манна-Уитни и Критерий знаков.

Критерий Уилкоксона

Данный метод выявления различий между выборками был предложен в 1945 году американским химиком и статистиком Фрэнком Уилкоксоном. Критерий Уилкоксона предпочтительнее использовать, если в исследуемых группах небольшая выборка (от 5 до 10). Принцип критерия следующий: для каждого испытуемого вычисляют величину изменений признака. Все изменения упорядочивают по абсолютной величине (без учета знака). Затем рангам приписывают знак изменения и суммируют эти «знаковые ранги» – в результате получается значение критерия Уилкоксона W .

Как видим, используется информация об абсолютной величине изменения и его знаке (то есть уменьшении или увеличении наблюдаемого признака). Метод основан на рангах, поэтому не нуждается в предположении о типе распределения изменений.

Обратите внимание, исходно ранги присваиваются в соответствии с абсолютной величиной изменения. Так, например, величины 6,78 и –6,78 получают один и тот же ранг, а уже затем рангам будет присвоен знак изменения.

Рассмотрим пример. Допустим, мы исследуем некий препарат, предположительно, диуретик (мочегонное). Дадим его 6 добровольцам и сравним диурез до и после приема препарата. Результаты представлены в табл. 10.

Таблица 10

Действие диуретика

Участник	Суточный диурез, мл		Величина изменения	Ранг изменения	Знаковый ранг
	до приема	после приема			
1	1490	1600	110	5	5
2	1300	1850	550	6	6
3	1400	1300	-100	4	-4
4	1410	1500	90	3	3
5	1350	1400	50	2	2
6	1000	1010	10	1	1

$$W=13$$

У 5 человек диурез увеличился. Значит ли это, что препарат является диуретиком?

Упорядочим изменения диуреза по абсолютной величине и присвоим им ранги от 1 до 6. Затем, приписав рангу каждого изменения соответствующий изменению знак, перейдем к знаковым рангам (последний столбец таблицы). Наконец, вычислим сумму знаковых рангов $W=13$.

Если препарат не оказывает действия, сумма рангов со знаком «+» должна быть примерно равна сумме рангов со знаком «-» и значение W окажется близким нулю. Напротив, если препарат увеличивает (или уменьшает) диурез, будут преобладать положительные (отрицательные) ранги и значение W будет отличным от нуля. В таблице 2 приведены критические значения, наиболее близкие к 5% и 1% уровням значимости для случаев, когда численность группы не превышает 20 исследованных.

Повторим последовательность шагов, позволяющую по наблюдениям, выполненным до и после лечения, проверить его эффективность.

1. Вычислите величины изменений наблюдаемого признака. Отбросьте пары наблюдений, которым соответствует нулевое изменение.

2. Упорядочите изменения по возрастанию их абсолютной величины и присвойте им соответствующие ранги. Рангами одинаковых величин назначьте средние тех мест, которые они определяют в упорядоченном ряду.

3. Присвойте каждому рангу знак в соответствии с направлением изменения: если значение увеличилось – «+», если уменьшилось – «-».

4. Вычислите сумму знаковых рангов W .

5. Сравните полученную величину W с критическим значением по таблице. Если она больше критического значения, изменение показателя статистически значимо.

Таблица 11

Критические значения W

N	W	P	N	W	P
5	15	0,062	13	65	0,022
6	21	0,032		57	0,048
	19	0,062	14	73	0,020
7	28	0,016		63	0,050
	24	0,046	15	80	0,022
8	32	0,024		70	0,048
	28	0,054	16	88	0,022
9	39	0,020		76	0,050
	33	0,054	17	97	0,020
10	45	0,020		83	0,050
	39	0,048	18	105	0,020
11	52	0,018		91	0,048
	44	0,054	19	114	0,020
12	58	0,020		98	0,050
	50	0,052	20	124	0,020
				106	0,048

U-критерий Манна – Уитни

В 1947 году критерий Уилкоксона был существенно переработан и расширен математиками Х.Б.Манном и Д.Р.Уитни, по именам которых обычно называется. U-критерий Манна – Уитни используется для оценки различий между двумя независимыми выборками по уровню какого-либо количественного признака. Этот критерий также позволяет сравнивать не средние значения, а выраженность показателей, и в этом случае средние значения будут распределяться в соответствии рангам. Данный критерий предпочтительно использовать, если число испытуемых в группах от 3 человек (в каждой группе) до 60 (в каждой группе). Объем групп не должен быть строго одинаковым, но не должен сильно различаться.

Условием для применения U-критерия Манна – Уитни является отсутствие в сравниваемых группах совпадающих значение признака (все числа разные) или очень малое число таких совпадений.

Сначала из обеих сравниваемых выборок составляется единый ранжированный ряд, путем расстановки единиц наблюдения по степени возрастания признака и присвоения меньшему значению меньшего ранга. В случае равных значений признака у нескольких единиц каждой из них присваивается среднее арифметическое последовательных значений рангов.

Таблица 12

Критические значения U

N ₁	N ₂													
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8
4	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	13	13
5	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	17	18	19	20
6	6	8	10	11	13	14	16	17	19	21	22	24	25	27
7	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
8	10	13	15	17	19	22	24	26	29	31	34	36	38	41
9	12	15	17	20	23	26	28	30	34	37	39	42	45	48
10	14	17	20	23	26	29	33	36	39	42	45	48	52	55
11	16	19	23	26	30	33	37	40	44	48	51	55	58	62
12	18	22	26	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69
13	20	24	28	33	37	41	45	50	54	59	63	67	72	76
14	22	26	30	36	40	45	50	55	59	64	67	74	78	83
15	24	29	34	39	44	49	54	59	64	70	75	80	85	90
16	26	31	37	42	48	53	59	64	70	75	81	86	92	98
17	28	34	39	45	51	57	63	67	75	81	87	93	99	105
18	30	36	42	48	55	61	67	74	80	86	93	99	106	112
19	32	38	45	52	58	65	72	78	85	92	99	106	113	119
20	34	41	48	55	62	69	76	83	90	98	105	112	119	127

Например, две единицы, занимающие в едином ранжированном ряду 2 и 3 место (ранг), имеют одинаковое значение. Следовательно, каждой из них присваивается ранг равный $(3 + 2) / 2 = 2,5$.

В составленном едином ранжированном ряду общее количество рангов получится равным

$$N = n_1 + n_2,$$

где n_1 – количество испытуемых в первой выборке, а n_2 – количество испытуемых во второй выборке.

Далее вновь разделяем единый ранжированный ряд на два, состоящие соответственно из испытуемых первой и второй выборок, сохраняя при этом значения рангов для каждой единицы. Подсчитываем отдельно сумму рангов для каждой выборки, определяем большую из двух ранговых сумм (T_x), соответствующую выборке с n_x элементами.

Находим значение U-критерия Манна-Уитни по формуле:

$$U = n_1 \times n_2 + n_x \times (n_x + 1) / 2 - T_x.$$

Полученное число U-критерия сравниваем по таблице для избранного уровня статистической значимости ($p=0,05$ или $p=0,01$) с критическим значением U при заданной численности сопоставляемых выборок:

– если полученное значение U меньше табличного или равно ему, то признается статистическая значимость различий между уровнями признака в рассматриваемых выборках. Достоверность различий тем выше, чем меньше значение U;

– если же полученное значение U больше табличного, принимается нулевая гипотеза.

Критерий знаков

В отличие от критерия Уилкоксона, который учитывает величину происшедших измерений, критерий знаков определяет их направленность. Данный критерий особенно необходим, если в исследования получают непараметрические результаты («хуже», «лучше», «также»). Поэтому характер этих изменений учитывается в альтернативной форме (увеличение – уменьшение, ухудшение – улучшение и т.д., что для краткости обозначается знаками «+» и «-»), откуда и произошло название критерия). Случаи, когда парные наблюдения не имеют разницы (что можно обозначить знаком «=» или 0), из дальнейшего сравнения исключаются.

В связи с этим следует стремиться, чтобы количество таких нулевых разностей было минимальным (обеспечение непрерывности выборочных данных путем повышения точности измерения количественных и полуколичественных наблюдений).

Если число положительных измерений близко к числу отрицательных, то очевидно, что различия между сравниваемыми выборками наблюдений не могут быть признаны статистически значимыми. Наоборот, вероятность значимого различия возрастает в случаях заметной направленности изменений в одну из сторон (т.е. в случаях преобладания одного из знаков).

Таблица 13

Значения Z критерия знаков (число знаков, менее часто встречающихся)
по Ван дер Вардену

N	Уровни значимо- сти		N	Уровни значимости		N	Уровни значимости	
	5%	1%		5%	1%		5%	1%
5	0	0	37	13	11	69	26	24
6	1	0	38	13	11	70	27	24
7	1	0	39	13	12	71	27	25
8	1	1	40	14	12	72	28	25
9	2	1	41	14	12	73	28	26
10	2	1	42	15	13	74	29	26
11	2	1	43	15	13	75	29	26
12	3	2	44	16	14	76	29	27
13	3	2	45	16	14	77	30	27
14	3	2	46	16	14	78	30	28
15	4	3	47	17	15	79	31	28
16	4	3	48	17	15	80	31	29
17	5	3	49	18	16	81	32	29
18	5	4	50	18	16	82	32	29
19	5	4	51	19	16	83	33	30
20	6	4	52	19	17	84	33	30
21	6	5	53	19	17	85	33	31
22	6	5	54	20	18	86	34	31
23	7	5	55	20	18	87	34	32
24	7	6	56	21	18	88	35	32
25	8	6	57	21	19	89	35	32
26	8	7	58	22	19	90	36	33
27	8	7	59	22	20	91	36	33
28	9	7	60	22	20	92	37	34
29	9	8	61	23	21	93	37	34
30	10	8	62	23	21	94	38	35
31	10	8	63	24	21	95	38	35
32	10	9	64	24	22	96	38	35
33	11	9	65	25	22	97	39	36
34	11	10	66	25	23	98	39	36
35	12	10	67	26	23	99	40	37
36	12	10	68	26	23	100	40	37

Примечание – Нулевая гипотеза принимается при $Z >$ или $= Z_{0,5}$.

Практическое применение критерия знаков заключается в следующем:

1. Определяется направленность изменений в сравниваемых парных наблюдениях и для каждой пары наблюдений обозначается знаками «+» или «-», а в случаях отсутствия их изменения – 0.

2. Подсчитывается общее число (n) парных наблюдений, имеющих различия (т.е. отмеченных знаками «+» и «-»).

3. Подсчитывается меньшее число однозначных результатов сравнения (т.е. число знаков «+» или «-»), обозначаемые буквой Z .

4. Полученное число Z сравнивается с критическими значениями Z (Z_{05} , Z_{01}) для данного количества парных наблюдений (n) по специальной таблице (см. таблицу значения Z -критерия знаков).

5. Если Z равно или больше критического табличного значения Z_{05} (соответствующего уровню значимости 5 %), то происшедшие изменения признаются случайными, статистически незначимыми (справедлива нулевая гипотеза).

Если Z меньше Z_{05} (или Z_{01}), то различия признаются значимыми с вероятностью ошибки менее 5% (менее 1%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научные исследования в физической культуре и спорте на сегодняшний день должны преследовать две основные цели: во-первых, разрабатывать новые средства и методы повышения спортивных результатов, и, во-вторых, сохранять здоровье физкультурника и спортсмена в условиях повышенных, порой запредельных нагрузок на организм занимающихся.

Освоение методик контроля за состоянием здоровья спортсменов и лиц, занимающихся физической культурой, должно лечь в основу профессиональных навыков будущего специалиста в сфере физической культуры. Однако следует помнить о том, что современное развитие научно-технического прогресса постоянно предлагает новые, более точные методы исследования, которые можно проводить не в лабораторных условиях, а во время тренировочной деятельности. Внедрение компьютерных программ позволяет быстро получать интегративные показатели, характеризующие малейшие изменения функционального состояния разных систем организма. Возможности видеоаппаратуры сегодня помогают выявлять даже небольшие нарушения биомеханики лиц, занимающихся спортом и физической культурой. Создание специальной спортивной одежды со встроенными датчиками позволяет проводить мониторинг как физиологических, так и биохимических изменений, которые происходят в организме спортсмена и физкультурника во время тренировочных нагрузок. Поэтому будущим специалистам сферы физической культуры и спорта нужно быть в курсе всех новых технологий, позволяющих управлять спортивно-тренировочным процессом, адекватно использовать приемлемые новшества в своей профессиональной деятельности.

При составлении плана исследований за состоянием здоровья лиц, занимающихся физической культурой и спортом нужно рассматривать их организм, с холистических позиций, как единое целое. Поэтому в программу исследований в области физической культуры и спорта необходимо включать изучение параметров:

- 1) органов жизнеобеспечения,
- 2) систем, на которые приходится максимальная нагрузка при выполнении специфических для избранного вида спорта упражнений,
- 3) психологический мониторинг и, конечно,
- 4) специфические контрольные тесты для определения уровня спортивной подготовленности.

Только такой подход позволит информативнее определить реакцию его организма на новые подходы к тренировочному процессу, к восстановительным мероприятиям. А это, в свою очередь, позволит и дальше развиваться физической культуре и спорту, как в оздоровительном контексте, так и в изучении возможностей человеческого организма.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Бланк и ключ к тесту САН

1	<i>Самочувствие хорошее</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Самочувствие плохое</i>
2	<i>Чувствую себя сильным</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Чувствую себя слабым</i>
3	<i>Пассивный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Активный</i>
4	<i>Малоподвижный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Подвижный</i>
5	<i>Весёлый</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Грустный</i>
6	<i>Хорошее настроение</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Плохое настроение</i>
7	<i>Работоспособный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Разбитый</i>
8	<i>Полный сил</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Обессиленный</i>
9	<i>Медлительный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Быстрый</i>
10	<i>Бездеятельный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Деятельный</i>
11	<i>Счастливый</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Несчастный</i>
12	<i>Жизнерадостный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Мрачный</i>
13	<i>Напряженный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Расслабленный</i>
14	<i>Здоровый</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Больной</i>
15	<i>Безучастный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Увлеченный</i>
16	<i>Равнодушный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Взволнованный</i>
17	<i>Восторженный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Унылый</i>
18	<i>Радостный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Печальный</i>
19	<i>Отдохнувший</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Усталый</i>
20	<i>Свежий</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Изнурённый</i>
21	<i>Сонливый</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Возбуждённый</i>
22	<i>Желание отдохнуть</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Желание работать</i>
23	<i>Спокойный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Озабоченный</i>
24	<i>Оптимистичный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Пессимистичный</i>
25	<i>Выносливый</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Утомляемый</i>
26	<i>Бодрый</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Вялый</i>
27	<i>Соображать трудно</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Соображать легко</i>
28	<i>Рассеянный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Внимательный</i>
29	<i>Полный надежд</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Разочарованный</i>
30	<i>Довольный</i>	3 2 1 0 1 2 3	<i>Недовольный</i>

Ключ к тесту

- Вопросы на *самочувствие* – 1, 2, 7, 8, 13, 14, 19, 20, 25, 26.
- Вопросы на *активность* – 3, 4, 9, 10, 15, 16, 21, 22, 27, 28.
- Вопросы на *настроение* – 5, 6, 11, 12, 17, 18, 23, 24, 29, 30.

Обработка и интерпретация результатов теста

При обработке оценки респондентов перекодируются следующим образом: индекс 3, соответствующий неудовлетворительному самочувствию, низкой активности и плохому настроению, принимается за 1 балл; сле-

дующий за ним *индекс 2* – за 2; *индекс 1* – за 3 балла и так до *индекса 3* с противоположной стороны шкалы, который соответственно принимается за 7 баллов (*внимание*: полюса шкалы постоянно меняются).

Положительные состояния всегда получают высокие баллы, а отрицательные низкие. По этим «приведенным» баллам и рассчитывается среднее арифметическое как в целом, так и отдельно по активности, самочувствию и настроению. Например, средние оценки для выборки из студентов равны:

- самочувствие – 5,4;
- активность – 5,0;
- настроение – 5,1.

При анализе функционального состояния важны не только значения отдельных его показателей, но и их соотношение. У отдохнувшего человека оценки активности, настроения и самочувствия обычно примерно равны. По мере нарастания усталости соотношение между ними изменяется за счет относительного снижения *самочувствия* и *активности* по сравнению с *настроением*.

Тест Айзенка

Предлагаем вам описание различных психических состояний. Если вам это состояние часто присуще, ставится 2 балла, если это состояние бывает, но изредка, то ставится 1 балл, если совсем не подходит – 0 баллов.

I.

1. Не чувствую в себе уверенности.
2. Часто из-за пустяков краснею.
3. Мой сон беспокоен.
4. Легко впадаю в уныние.
5. Беспокоюсь о только воображаемых еще неприятностях.
6. Меня пугают трудности.
7. Люблю копаться в своих недостатках.
8. Меня легко убедить.
9. Я мнительный.
10. Я с трудом переношу время ожидания.

II.

11. Нередко мне кажутся безвыходными положения, из которых все-таки можно найти выход.
12. Неприятности меня сильно расстраивают, я падаю духом.
13. При больших неприятностях я склонен без достаточных оснований винить себя.
14. Несчастья и неудачи ничему меня не учат.
15. Я часто отказываюсь от борьбы, считая ее бесплодной.
16. Я нередко чувствую себя беззащитным.
17. Иногда у меня бывает состояние отчаяния.
18. Я чувствую растерянность перед трудностями.
19. В трудные минуты жизни иногда веду себя по-детски, хочу, чтобы пожалели.
20. Считаю недостатки своего характера неисправимыми.

III.

21. Оставляю за собой последнее слово.
22. Нередко в разговоре перебиваю собеседника.
23. Меня легко рассердить.
24. Люблю делать замечания другим.
25. Хочу быть авторитетом для других.
26. Не довольствуюсь малым, хочу наибольшего.
27. Когда разгневаюсь, плохо себя сдерживаю.
28. Предпочитаю лучше руководить, чем подчиняться.
29. У меня резкая, грубоватая жестикуляция.
30. Я мстителен.

IV.

31. Мне трудно менять привычки.
32. Нелегко переключать внимание.
33. Очень настороженно отношусь ко всему новому.
34. Меня трудно переубедить.
35. Нередко у меня не выходит из головы мысль, от которой следовало бы освободиться.
36. Нелегко сближаюсь с людьми.
37. Меня расстраивают даже незначительные нарушения плана.
38. Нередко я проявляю упрямство.
39. Неохотно иду на риск.
40. Резко переживаю отклонения от принятого мною режима дня.

Обработка результатов

Подсчитайте сумму баллов за каждую группу вопросов:

- I** 1...10 вопрос – тревожность;
- II** 11...20 вопрос – фрустрация;
- III** 21...30 вопрос – агрессивность;
- IV** 31...40 вопрос – ригидность.

Оценка и интерпретация баллов.

I. Тревожность:

- 0...7 – не тревожны;
- 8...14 баллов – тревожность средняя, допустимого уровня;
- 15...20 баллов – очень тревожны.

II. Фрустрация:

- 0...7 баллов – не имеете высокой самооценки, устойчивы к неудачам, не боитесь трудностей;
- 8...14 баллов – средний уровень, фрустрация имеет место;
- 15...20 баллов – у вас низкая самооценка, вы избегаете трудностей, боитесь неудач, фрустрированы.

III. Агрессивность:

- 0...7 баллов – вы спокойны, выдержанны;
- 8...14 баллов – средний уровень агрессивности;
- 15...20 баллов – вы агрессивны, не выдержанны, есть трудности при общении и работе с людьми.

IV. Ригидность:

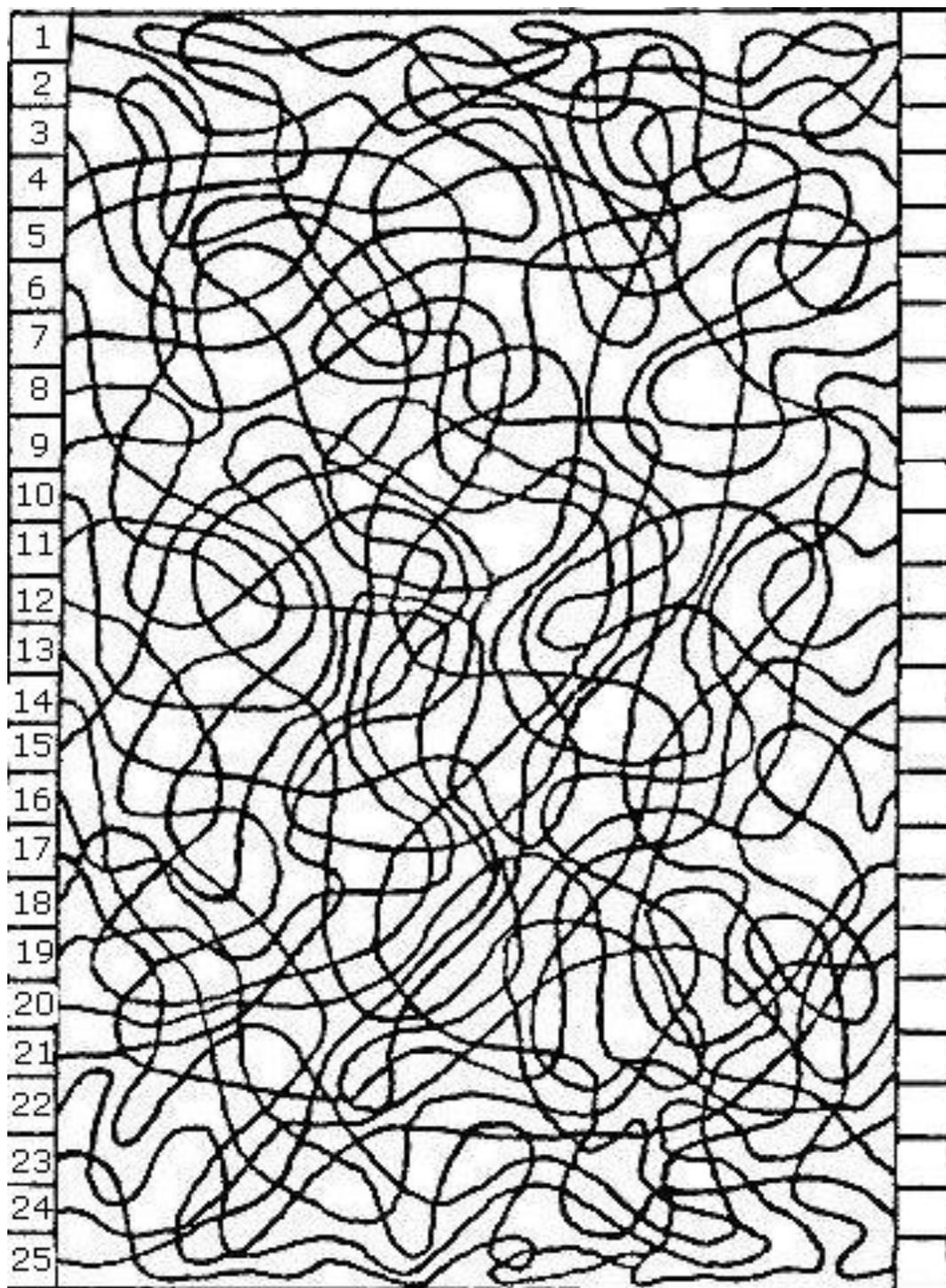
- 0...7 баллов – ригидности нет, легкая переключаемость,
- 8...14 баллов – средний уровень;
- 15...20 баллов – сильно выраженная ригидность, неизменность поведения, убеждений, взглядов, даже если они расходятся, не соответствуют реальной обстановке, жизни Вам противопоказаны смена работы, изменения в семье.

Бланк для проведения теста Бурдона

НКЕЛЫСНЛСАКЕКХЕВСКХДРКМБЭГКЗРУ
 ЦВХЕИСТЛВКЛШЮЮГКПУВГЛДТСЯКШВЫЛ
 ЯБЖСНАУХСРКЛМВЗГЛПОАЫФЭХЪМВКЛН
 МЧКЛРТКСВХЕИВЛКТЧКЛХДБРНКАСВИД
 ЗГВКЛТКШВЕСНАИСЕКНУХНАСНИВПЕИТ -
 ХДБЮЖЪЛЩГОШЛОГРИНПМАЕКСВЦФПКМИ
 НОРТЛЗЮХТЭРНМУНГШЗДЛХОБРМПСКВФ
 АУМСНКИЛДЗХБТКВУЗНАЛИДИМРАНКВ
 ДШБТСВФХБЭКЛАИСШОВХКОЛБАНОВСПЛ
 ОЙШРАЛГОСТДИБКПВСБГЛКРПРИКОВЛТ --
 МНУДХБСРЛГДКУФСТМНЛНОЛКСВХЕМВА
 ИМСКАЛДГТЕВДХДБИТХГКУКЛМНКЕЛЫС
 НЛСАКЕКХЕВСКХДРКМБЭГКЗРУЦВХЕИ
 СТЛВКЛЩЮГКПУВГЛДТСЯКШВЫЛЯБЖСНАУ
 ХСРКЛМВЗГЛПОАЫФЭХЪМВКЛНМЧКЛРТК -
 СВХЕИВЛКТЧКЛХДБРНКАСВИДЗГВКЛТК
 ШВЕСНАИСЕКНУХНАСНИВПЕИТХДБЮЖЪЛ
 ЩГОШЛОГРИНПМАЕКСВЦФПКМИНОРТЛЗЮ
 ХТЭРНМУНГШЗДЛХОБРМПСКВФАУМСНКИ
 ЛДЗХБТКВУЗНАЛИДИМРАНКВДШБТСВФ --
 ХБЭКЛАИСШОВХКОЛЕАНОВСПЛОЙШРАЛГ
 ОСТДИБКПВСБГЛКРПРИКОВЛТМНУДХБС
 РЛГДКУФСТМНЛНОЛКСВХЕМВАИМСКАЛДГ
 ТЕВДХДБИТХГКУКЛМНКЕЛЫСНЛСАКЕКХ
 ЕВСКХДРКМБЭГКЗРУЦВХЕИСТЛВКЛЩЮГ -
 ГКПУВГЛДТСЯКШВЫЛЯБЖСНАУХСРКЛМА
 ВЗГЛПОАЫФЭХЪМВКЛНМЧКЛРТКСВХЕИВ
 ЛКТЧКЛХДБРНКАСВИДЗГВКЛТКШВЕСНА
 ИСЕКНУХНАСНИВПЕИТХДБЮЖЪЛЩГОШЛО
 ГРИНПМАЕКСВЦФПКМИНОРТЛЗЮХТЭРНМ --
 УНГШЗДЛХОБРМПСКВФАУМСНКИЛДЗХБ
 ТКВУЗНАЛИДИМРАНКВДШБТСВФХБЭКЛА
 ИСШОВХКОЛБАНОВСПЛОЙШРАЛГОСТДИБК
 ПВСБГЛКРПРИКОВЛТМНУДХБСРЛГДКУФ
 СТМЛНОЛКСВХЕМВАИМСКАЛДГТЕВДХДБ -
 ЛКРПРИКОВЛТМНУДХБСХСРКЛМВЗГЛПО

Одной чертой «-» отмечены деления по 5 строк, двумя «--» - по 10 строк.
 Всего – 36 строк. В каждой строке – 30 символов.
 Всего – 1080 символов.

Бланк для теста Перепутанные линии



Приложение Д

Типы реакции сердечно-сосудистой системы на пробу Летунова

Типы реакции	Состояние гемодинамических показателей				Время восстановления
	ЧСС	САД	ДАД	ПАД	
Соответствующие нормы					
Нормотонический после 1-й нагрузки	Возрастает на 60–80%	Повышается на 15–30%	Снижается на 10–35%	Повышается на 60–80%	До 3 мин
Нормотонический после 2-й нагрузки	Возрастает на 80–100%	Повышается адекватно	Снижается на 10–35%	Повышается на 80–100%	До 4 мин
Нормотонический после 3-й нагрузки	Возрастает на 100–120%	Повышается адекватно	Снижается на 10–35%	Повышается на 100–120%	До 5 мин
Атипические					
Дистонический	Умеренно возрастает	Умеренно повышается (до 180–200 мм рт.ст)	Прослушивается до 0 феномен «бесконечного тона»	Не определяется	1–2 мин (вариант нормы)
Гипертонический	Резко возрастает	Резко повышается (до 200–220 мм рт.ст.)	Неизменно или незначительно повышается	Резко повышается за счет подъема САД	Резко увеличено
Со ступенчатым подъемом максимального АД во время восстановления	Резко возрастает	Повторно повышается на 2–3 мин	Значимые изменения отсутствуют	Повышается за счет подъема САД	Увеличено за счет продолжающегося подъема САД
Гипотонический	Резко возрастает на 120–150%	Значимые изменения отсутствуют	Значимые изменения отсутствуют	Значимые изменения отсутствуют	Резко увеличено

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Капилевич Л.В. Научные исследования в физической культуре. / Л.В. Капилевич. – Томск: Томский государственный университет, 2013. – 184 с.
2. Логинов С.И. Возможности оценки физической активности человека с помощью датчиков движения – акселерометров (литературный обзор). // Вестник новых медицинских технологий, 2007 – том XV – №1 – С. 149–151.
3. Методика подбора батареи тестов АПК НС Психотест для психофизиологической диагностики спортсменов по видам спорта: методические рекомендации / В.Н. Ковалев, А.В. Ланденко, Н.В. Лазаренко– Краснояр. кр. Ин-т повыш. квалиф. работников физ. Культуры и спорта. – Красноярск, 2015. – 37 с.
4. Михайлов С.С. Спортивная биохимия. / С.С. Михайлов. – М.: Советский спорт, 2007. – 260 с.
5. Горбачев Д.В. Основы врачебного контроля, лечебной физической культуры и массажа: учебное пособие. / Д.В.Горбачев. – СПб.: СПбГУ, 2016. – 348 с.
6. Рылова Н.В. Актуальные аспекты изучения состава тела спортсменов. // Казанский медицинский журнал, 2014. – Т. 95, № 1. – С. 108–111.

Учебное издание

Батуева Альбина Эмильевна

**НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СПОРТЕ
И ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ**

Учебное пособие

Техн. редактор *А.В. Миних*

Издательский центр Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать 09.11.2020. Формат 60×84 1/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 6,97. Тираж 50 экз. Заказ 352/16.

Отпечатано в типографии Издательского центра ЮУрГУ.
454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76.