

Министерство спорта и туризма Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет физической культуры»

Л. Н. Цехмистро, К. Э. Зборовский

# СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА

*Рекомендовано УМО по образованию в области физической культуры  
для специальностей 6-05-1012-01 «Физическая культура»,  
6-05-1012-02 «Тренерская деятельность (с указанием вида спорта)»,  
6-05-1012-03 «Физическая реабилитация и эрготерапия»,  
6-05-1012-04 «Организация и управление физической  
культурой, спортом и туризмом» в качестве пособия*

Минск  
БГУФК  
2025

УДК 796.01:61(075.8)  
ББК 75:5я73  
Ц55

**Р е ц е н з е н т ы:**

кафедра медицинской реабилитации и спортивной медицины с курсом повышения квалификации и переподготовки УО «Белорусский государственный медицинский университет» (от 04.06.2025, протокол № 12)

заведующий лабораторией РНПЦ «Кардиология»,  
доктор биологических наук, профессор *А.В. Фролов*

Ц55

**Цехмистро, Л. Н.**

Спортивная медицина : пособие / Л. Н. Цехмистро, К. Э. Зборовский ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2025. – 68 с. ISBN 978-985-569-889-1.

Данное пособие «Спортивная медицина» систематизирует знания, необходимые для понимания специфики спортивной деятельности и обеспечения здоровья спортсменов на разных этапах подготовки. Большое внимание уделено анатомии и физиологии сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной систем спортсмена, функциональным нагрузочным пробам, обоснованию применения средств физической культуры и спорта в профилактике и лечении различных заболеваний, методам контроля и диагностики. Материал пособия ориентирован на студентов профильных учреждений высшего образования, тренеров, спортсменов и специалистов в области спортивной медицины, предоставляя им необходимые сведения для рационального подхода к занятиям физической культурой и спортом, направленного на укрепление здоровья и достижение высоких спортивных результатов.

**УДК 796.01:61(075.8)  
ББК 75:5я73**

**ISBN 978-985-569-889-1**

© Цехмистро Л. Н., Зборовский К. Э., 2025  
© Оформление. Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
физической культуры», 2025

## ВВЕДЕНИЕ

Значительную роль в оздоровлении человека играют физическая культура и спорт. Они способствуют укреплению биологического механизма защитно-приспособительных реакций организма и неспецифической устойчивости его к различным неблагоприятным воздействиям. Спорт – это занятие физическими упражнениями большого объема и интенсивности, специфической направленности, целью которого является не только укрепление здоровья, но и достижение высоких результатов, рост мастерства в конкретном виде спорта. Под физической культурой мы понимаем занятия физическими упражнениями только с целью укрепления или восстановления здоровья.

Тренер и преподаватель физического воспитания должны уметь использовать физические упражнения для укрепления здоровья и правильного развития человека, предупредить заболевания, сохранить здоровье спортсмена даже в условиях самой напряженной тренировки, что является важным условием достижения высоких спортивных результатов, работоспособности и долголетия.

Это особенно важно в современных условиях, когда в силу известных трудностей «переходного» периода здоровье населения нашей страны (в том числе детей) существенно ухудшилось, а спорт со свойственным ему повышением уровня результатов, физической нагрузки и нервного напряжения, омоложением, широким использованием нетрадиционных средств повышения работоспособности и результатов, введением ряда новых, еще недостаточно изученных видов спорта (в том числе для женщин) предъявляет организму очень высокие требования.

Научные и практические аспекты спортивной медицины касаются не только спорта, но и физической культуры и физического воспитания. Накапливая материал о диапазоне и вариантах так называемой нормы в разных условиях существования организма, о его функциональных резервах и адаптационных возможностях при предъявлении к нему повышенных требований, о пограничных состояниях между нормой и патологией и ранних проявлениях функциональных нарушений, зачастую еще не фиксируемых в клинической практике, спортивная медицина внесла существенный вклад в создание науки о здоровом человеке, теории адаптации и тем самым в развитие многих теоретических и клинических медицинских дисциплин [Журавлева А.И., Граевская Н.Д., 1993].

Спортивная медицина – это наука, изучающая здоровье, физическое развитие и морфофункциональные особенности организма человека, занимающегося физическими упражнениями и спортом для укрепления и восстановления здоровья, повышения уровня функционального состояния, роста спортивных достижений, а также профилактики и лечения различных заболеваний.

### *Основные задачи спортивной медицины:*

1. Медико-биологический отбор и допуск к занятиям тем или иным видом спорта в соответствии с генетически и фенотипически обусловленными возможностями индивидуума.
2. Допуск к занятиям спортом и спортивным тренировкам на основании информативной многовариантной оценки состояния здоровья индивидуума.
3. Контроль за функциональной готовностью организма спортсмена в условиях осуществления им избранной спортивной деятельности – всегда на основе использования принципа мультипараметрической оценки характеристик совершаемой им специфической работы и принципа мультипараметрической оценки реакций организма спортсмена на совершаемую им тренировочную и соревновательную работу.
4. Коррекция динамики уровня функциональной готовности спортсмена с использованием специфических корригирующих комплексов, включающих средства и методы, разработанные на основе методов клинической медицины, традиционной народной медицины.
5. Обеспечение роста тренированности (повышение специальной работоспособности) спортсмена с использованием физиологически обоснованных специфических комплексных (педагогических, медико-биологических, психологических) воздействий на организм спортсмена.
6. Профилактика и лечение травм и заболеваний спортсменов в процессе их специфической деятельности и вне ее.
7. Реабилитация спортсменов после перенесенных травм и заболеваний.
8. Экстренная помощь при травмах и неотложных состояниях спортсменов.
9. Контроль за соблюдением спортсменами гигиенических требований, способствующих снижению заболеваемости и росту тренированности.
10. Контроль за применением в спорте фармакологических препаратов.

### *Составные части спортивной медицины:*

1. Врачебный контроль в спорте.
2. Функциональный контроль в спорте.
3. Функциональная реабилитация спортсменов и повышение спортивной работоспособности.
4. Терапия соматических заболеваний спортсменов.
5. Спортивная травматология.
6. Медицинская реабилитация спортсменов.
7. Неотложная медицинская помощь в спорте.
8. Гигиена спорта.
9. Служба допинг-контроля.

### *Основные направления научных исследований в спортивной медицине:*

1. Спортивная кардиология.
2. Функциональная диагностика.

3. Диагностика и лечение соматических заболеваний спортсменов.
4. Диагностика и коррекция иммунного статуса спортсменов.
5. Диагностика и лечение травм опорно-двигательного аппарата спортсменов.
6. Реабилитация спортсменов после заболеваний и травм.
7. Восстановление спортсменов после тренировочных и соревновательных нагрузок.
8. Повышение спортивной работоспособности спортсменов.

## **Раздел 1. ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ**

Под «физическим развитием» понимают комплекс морфологических и функциональных свойств организма, определяющих запас его физических сил, работоспособность и уровень развития на момент исследования. Физическое развитие обуславливает особенности телосложения.

Под «телосложением» понимают размеры, формы, пропорции и особенности развития костной, жировой и мышечной тканей.

Основные методы исследования физического развития – соматоскопия (наружный осмотр) и антропометрия. Соматоскопия – внешний осмотр, позволяет изучить особенности осанки, телосложения и состояние опорно-двигательного аппарата. Соматоскопия изучает состояние опорно-двигательного аппарата (особенности осанки, форма грудной клетки, форма живота, форма рук и ног, форма стоп, подвижность суставов, развитие мускулатуры, конституция и др.); состояние кожного покрова (цвет склеры глаз, цвет слизистой оболочки губ, цвет кожи, наличие высыпаний, мозолей, опрелостей, рубцов).

Особенности осанки. Осанка – это привычная поза человека, манера держаться в положении сидя или стоя. Осанка оценивается в положении стоя. При правильной осанке голова и туловище находятся на одной вертикальной линии, плечи развернуты, слегка опущены на одном уровне, лопатки прижаты, физиологические кривизны позвоночника выражены нормально, грудь слегка выпукла, живот втянут, ноги выпрямлены в коленных и тазобедренных суставах. При исследовании осанки необходимо определить положение головы, выраженность физиологических изгибов позвоночника, формы грудной клетки, живота, рук, ног, стоп, оценить степень развития мускулатуры.

Положение головы. Для того чтобы правильно оценить положение головы, нужно встать лицом к обследуемому, осмотреть его, а затем повернуть в профиль. Голова может быть на одной вертикали с туловищем или наклонена вправо, влево, откинута назад или подана вперед. При резкой подаче головы вперед значительно нарушается осанка, что нередко можно наблюдать у спортсменов.

Плечевой пояс. При осмотре спереди определяется, на одном ли уровне находятся плечи. Иногда это сделать нелегко, так как неравномерное развитие мышц плечевого пояса на левой и правой половине тела скрывает истинное положение плеч. В этих случаях необходимо повернуть обследуемого спиной к себе, подойти к нему и поставить большие пальцы под углы лопаток, при этом руки исследователя должны быть выпрямлены в локтях. С помощью этого приема отчетливо определяют, какая лопатка и соответственно какое плечо выше или ниже другого. При осмотре со стороны спины одновременно определяют отсутствие крыловидности лопаток, т. е. такого их положения, при котором угол лопатки настолько отстает от грудной клетки, что под него можно подвести кончики пальцев или даже ладонь. Отставание угла лопатки обычно наблюдается у людей со слабой мускулатурой спины. От истинной крыловидности лопаток нужно уметь отличать ложную, когда впечатление о крыловидности создается за счет сильного развития мускулатуры, например, у гимнастов. В этом случае под углы лопаток пальцы подвести нельзя.

При осмотре в профиль отмечается развернуты плечи или поданы вперед. Чтобы это определить, нужно встать лицом к обследуемому на расстоянии своих вытянутых рук и положить большие пальцы под его ключицы в области ключично-акромиальных сочленений. По положению больших пальцев исследователь отчетливо видит, одинаково расположены плечи или одно из них несколько выдвинуто вперед. Такое отклонение нередко можно встретить у метателей, боксеров и др.

Позвоночник. Осанка зависит от состояния позвоночника – выраженности его физиологических изгибов в передне-задней (сагиттальной) плоскости. Он имеет четыре изгиба: два выпуклостью вперед – шейный и поясничный (лордозы) и два выпуклостью назад – грудной и крестцово-копчиковый (кифозы). При исследовании позвоночника обследуемого нужно поставить боком к себе.

Форма спины:

- нормальная (когда кривизны позвоночного столба умеренно выражены);
- круглая, если очень сильно выражен грудной кифоз, захватывающий часть поясничного отдела позвоночника;
- плоская, когда физиологические кривизны сглажены или совсем отсутствуют (рисунок 1);
- плосковогнутая;
- кругловогнутая (седловидная), если грудной кифоз и поясничный лордоз резко выражены.

При исследовании позвоночника надо также определить, нет ли боковых искривлений – сколиозов. Для этого исследователь становится сзади обследуемого и предлагает ему наклонить голову вперед и свести плечи. Остистые отростки позвонков при этом как бы приподнимают кожу. Затем исследователь прикладывает концевые фаланги указательного и среднего

пальцев по обе стороны остистого отростка седьмого шейного позвонка и, сильно прижимая к телу обследуемого, проводит ими сверху вниз вдоль остистых отростков от шеи до крестца.



**Рисунок 1 – Формы спины**

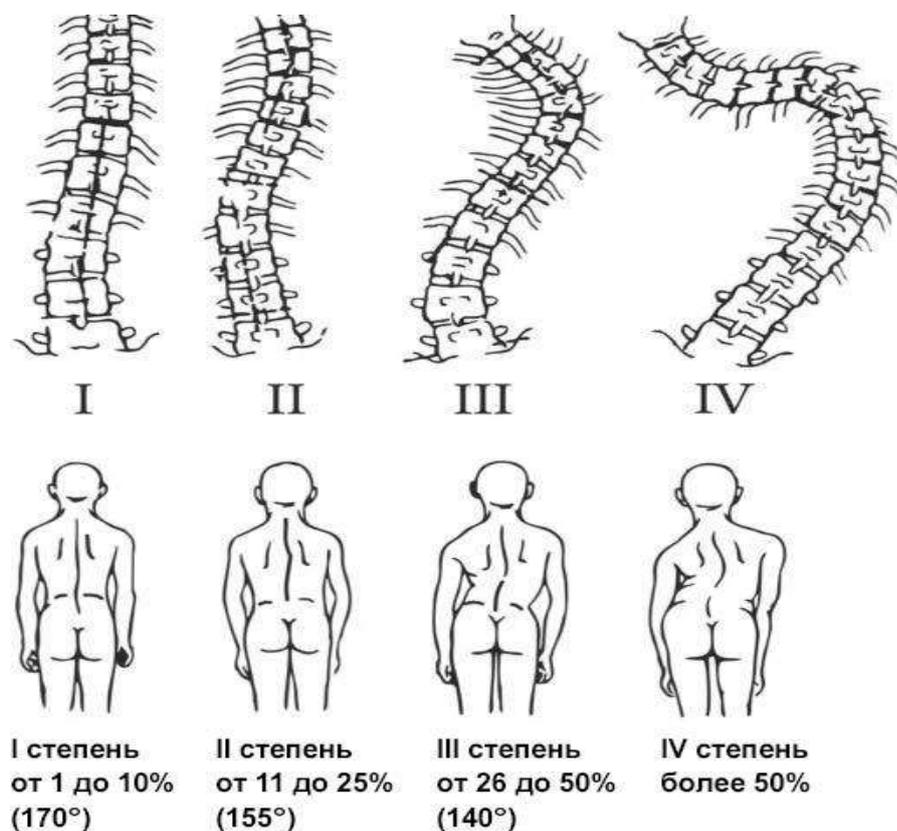
От давления на остистые отростки на фоне двух розовых полос получается белая полоса, которая дает четкое представление о возможных искривлениях.

Сколиозы могут быть правосторонние и левосторонние. Это значит, что дуга сколиоза своей выпуклостью направлена вправо или влево. Также отмечается, в каком отделе позвоночника определяется сколиоз: грудном или поясничном. Искривление позвоночника в грудной части влево или вправо часто вызывает компенсаторное его искривление в поясничном отделе соответственно вправо или влево, так называемые S-образные сколиозы (рисунок 2).

При сколиозе изменяется также величина «треугольников талии» – щелевидных просветов треугольной формы, расположенных между туловищем и внутренней поверхностью свободно свисающих рук с вершиной треугольников на уровне талии.

Грудная клетка. В норме она может иметь цилиндрическую, коническую или плоскую форму (рисунок 3). Для определения формы грудной клетки исследователь садится на стул и располагает большие пальцы вдоль реберных дуг обследуемого таким образом, чтобы кончики пальцев соприкасались в области вершины межреберного угла. Если при этом большие пальцы образуют угол, равный  $90^\circ$ , то грудная клетка имеет цилиндрическую форму, если же угол больше  $90^\circ$  – коническую, а при угле меньше  $90^\circ$  – плоскую.

Патологические формы грудной клетки. Эмфизематозная (бочкообразная) грудная клетка развивается при затруднении выдоха, когда легкие длительное время находятся как бы в состоянии глубокого вдоха. Бочкообразная



**Рисунок 2 – Сколиоз и его степени**

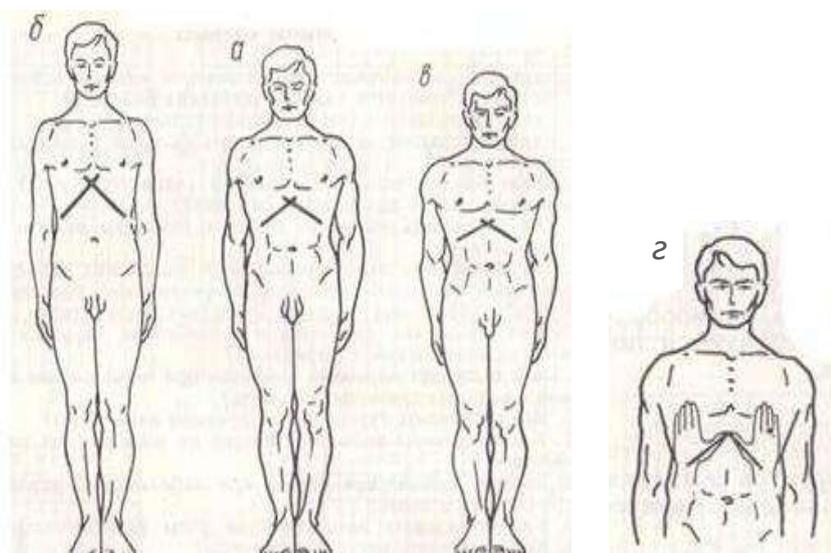
грудная клетка характерна для хронического обструктивного бронхита и бронхиальной астмы. Расширен поперечный и особенно переднезадний размер, в связи с чем грудная клетка имеет бочкообразную форму. Эпигастральный угол тупой. Ребра располагаются горизонтально, межреберные промежутки расширены, иногда выбухают. Паралитическая грудная клетка плоская и узкая. Переднезадний размер значительно уменьшен, над- и подключичные ямки резко выражены, несимметричны, эпигастральный угол острый. Ребра располагаются косо книзу, межреберные промежутки расширены, лопатки значительно отстают от грудной клетки, располагаются на разных уровнях. Паралитическая грудная клетка встречается при сильном истощении, общей астении и слабом физическом развитии, тяжелых хронических заболеваниях, туберкулезе легких, пневмосклерозе, пневмоциррозе. Рахитическая (килевидная, куриная) грудная клетка является результатом деформации костей грудной клетки после перенесенного в детстве рахита. Переднезадний размер значительно увеличен за счет выступающей вперед в виде киля или груди курицы грудины. Реберные хрящи в месте перехода их в кость четкообразно утолщаются (рахитические четки). Воронкообразная грудная клетка (грудь сапожника) встречается как аномалия развития. Характеризуется наличием в нижней трети грудины углубления, похожего на воронку. Ладьевидная грудная клетка отличается наличием углубления в середине верхней трети грудины, напоминающего по форме углубление лодки. Наблюдается при заболеваниях спинного мозга (сирингомиелия). Кифосколиотическая грудная клетка. Наблюдается

при искривлениях позвоночника: кпереди – лордоз, кзади – кифоз, в сторону – сколиоз, сочетание – кифосколиоз.

**Форма живота.** Живот нормальной формы симметричен и слегка выступает. Однако он может быть втянут или резко выступать вперед, быть отвислым или ассиметричным.

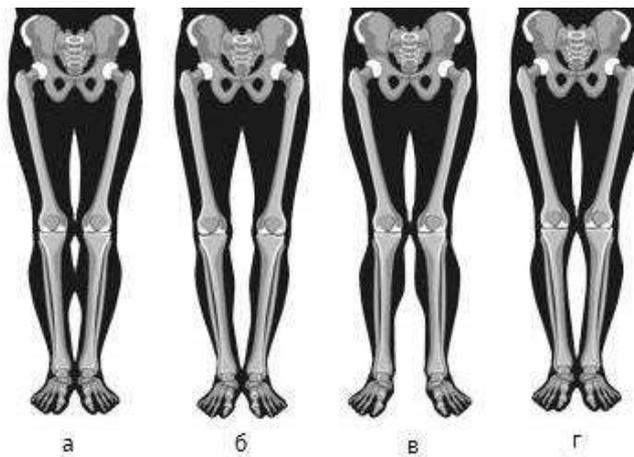
Состояние опорно-двигательного аппарата.

**Форма рук.** Руки называются прямыми, если предплечья расположены на одной оси с плечом. При определении формы рук нужно, чтобы обследуемый вытянул их вперед (ладонями вверх), не напрягая, и соединил кистями (со стороны мизинца). Если руки прямые, то они не соприкасаются в области локтей, при Х-образной форме – соприкасаются. **Форма ног.** Ноги могут быть прямыми, Х-образной и О-образной формы. Также может быть ложная кривизна – визуальное изменение линии ноги на фоне непропорционального распределения жировой ткани. Такая проблема может возникнуть как у пациентов с ожирением, так и у лиц с нормальным индексом массы тела.



**Рисунок 3 – Формы грудной клетки: а – нормостеническая (угол  $90^\circ$ ); б – астеническая (угол  $<90^\circ$ ); в – гиперстеническая (угол  $>90^\circ$ ); г – определение величины надчревного угла**

Для определения формы ног нужно, чтобы обследуемый поставил пятки вместе и слегка развел носки. Мышцы ног при этом не должны быть напряжены. Ноги называются прямыми, если продольные оси голени совпадают с продольными осями бедра. При этом ноги соприкасаются в области внутренних лодыжек и внутренних мыщелков бедра. Ноги О-образной формы соприкасаются только в области внутренних лодыжек, Х-образной – в области внутренних мыщелков бедра. Степень О- и Х-образной формы измеряется расстоянием в сантиметрах между внутренними мыщелками бедра или между внутренними лодыжками (рисунок 4).



**Рисунок 4 – Форма ног: а – прямые ноги; б – истинная О-образная кривизна ног; в – истинная Х-образная кривизна ног; г – ложная кривизна**

При осмотре ног отмечается также, разогнуты ли они в коленных и тазобедренных суставах, что важно для общей оценки осанки.

Стопы. Опорная и рессорная функции стопы обеспечиваются ее сводчатым строением – продольным и поперечным сводами. При исследовании стоп обследуемый становится босыми ногами на твердую площадь опоры (пол, скамью, табурет) и устанавливает стопы параллельно, на расстоянии 10–15 см. Определяется положение пяточной кости по отношению к голени (вид сзади). При нормальной стопе оси голени и пятки совпадают, при продольном плоскостопии – образуют угол, открытый кнаружи, так называемая вальгусная установка пятки (рисунок 5).



**Рисунок 5 – Типы свода стопы**

Плоскостопие – изменение формы стопы, характеризующееся опущением ее продольного и поперечного сводов.

Различают поперечное и продольное плоскостопие, возможно сочетание обеих форм. Поперечное плоскостопие в сочетании с другими деформациями составляет 55,22 % случаев, продольное плоскостопие в сочетании с другими деформациями стоп – 29,4 % случаев.

При поперечном плоскостопии уплощается поперечный свод стопы, ее передний отдел опирается на головки всех пяти плюсневых костей, длина стоп уменьшается за счет веерообразного расхождения плюсневых костей, отклонения I пальца наружу и молоткообразной деформации среднего пальца. При продольном плоскостопии уплощен продольный свод, и стопа соприкасается с полом почти всей площадью подошвы, длина стоп увеличивается.

Плоскостопие находится в прямой зависимости от массы тела: чем больше масса и, следовательно, нагрузка на стопы, тем более выражено продольное плоскостопие. Данная патология имеет место в основном у женщин. Продольное плоскостопие встречается чаще всего в возрасте 16–25 лет, поперечное – в 35–50 лет. По происхождению плоскостопия различают врожденную плоскую стопу, травматическую, паралитическую, рахитическую и статическую. Врожденное плоскостопие установить раньше 5–6-летнего возраста нелегко, так как у всех детей моложе этого возраста определяются все элементы плоской стопы. Однако приблизительно в 3 % всех случаев плоскостопия плоская стопа бывает врожденной.

Травматическое плоскостопие – последствие перелома лодыжек, пяточной кости, предплюсневых костей.

Паралитическая плоская стопа – результат паралича подошвенных мышц стопы и мышц, начинающихся на голени (последствие полиомиелита).

Рахитическое плоскостопие – обусловлено нагрузкой тела на ослабленные кости стопы.

Статическое плоскостопие (встречающееся наиболее часто 82,1 %) возникает вследствие слабости мышц голени и стопы, связочного аппарата и костей. Причины развития статического плоскостопия могут быть различны – увеличение массы тела, работа в стоячем положении, уменьшение силы мышц при физиологическом старении, отсутствие тренировки у лиц сидячих профессий и т. д. К внутренним причинам, способствующим развитию деформаций стоп, относится также наследственное предрасположение, к внешним причинам – перегрузка стоп, связанная с профессией.

Подвижность суставов. Определяется подвижность крупных суставов: тазобедренных, коленных, голеностопных, плечевых, локтевых и лучезапястных. С этой целью обследуемому предлагают продемонстрировать степень максимально возможного сгибания и разгибания в этих суставах. При этом необходимо отметить: а) чрезмерное разгибание («переразгибание») суставов, особенно коленного и локтевого, что часто бывает у женщин; б) уменьшение амплитуды движения, связанное с индивидуальными

анатомическими особенностями, повышенным тонусом мышц или последствиями травмы (заболевания) сустава; в) «разболтанность» сустава, сопровождающаяся частыми подвывихами и вывихами.

Развитие мускулатуры. При осмотре отмечают степень и равномерность развития мускулатуры, ее рельефность. Степень развития мускулатуры оценивается как хорошая, удовлетворительная и слабая. При небольшом объеме мышц, отсутствии рельефа (когда «рисунок мышц» не просматривается через покровные ткани) и пониженном тонусе мышц (пониженное эластическое сопротивление мышц при сдавливании и ощупывании) развитие мышц оценивается как слабое. Среднее развитие мышц определяется при средне-выраженном объеме, удовлетворительном тонусе мышц, при мало выраженном рельефе. Хорошее развитие мускулатуры – это хорошо выраженный рельеф, объем и тонус мышц. Следует учитывать то, что в зависимости от спортивной специализации рельеф мышц может быть выражен больше или меньше. Так, например, у пловцов вследствие хорошего развития подкожной жировой клетчатки рельеф мышц может быть выражен слабо, хотя мышцы развиты хорошо. Обязательно необходимо отметить, равномерно ли развита мускулатура.

Упитанность (т. е. степень развития подкожной жировой клетчатки). Различают нормальную, пониженную и повышенную упитанность. Для оценки упитанности, помимо осмотра, используется метод пальпации – пальцами захватывают кожную складку шириной не менее 5 см (на животе в месте пересечения среднеключичной линии и горизонтальной линии, проходящей через пупок; на спине под углом лопатки, на бедре). При пониженной упитанности костный и мышечный рельефы отчетливо просматриваются, при пальпации кожной складки большой и указательный пальцы легко прощупывают друг друга. При нормальной упитанности костный и мышечный рельефы слегка сглажены, кожная складка берется свободно, но концы пальцев прощупываются не отчетливо. При повышенной упитанности костный и мышечный рельефы сглажены, кожная складка захватывается с трудом.

Состояние наружных покровов. Необходимо определить цвет видимых слизистых и кожи. Кроме того, оценивается характер поверхности кожи, ее эластичность и влажность, наличие на ней различных изменений (высыпаний, омозолелостей, опрелостей, потертостей, рубцов и т. п.). Слизистая губ может быть розовой, бледной, синюшной; конъюнктивы глаз – нормальная, бледная, гиперемированная. Окраска кожи – нормальная, бледная, смуглая, желтушная. Определяются также местные выраженные изменения кожи (например, темная пигментация в области внутренних поверхностей бедер), поверхность кожи гладкая или шершавая, наличие шелушения, различные высыпания, рубцы и т. д. Влажность кожи (сухая, нормальная, повышенная) определяется тыльной поверхностью руки исследователя.

Тургор кожи – это упругость кожи при захватывании ее в складку. Она может быть нормальной при быстром исчезновении складки и пониженной при недостаточно быстром расхождении складки.

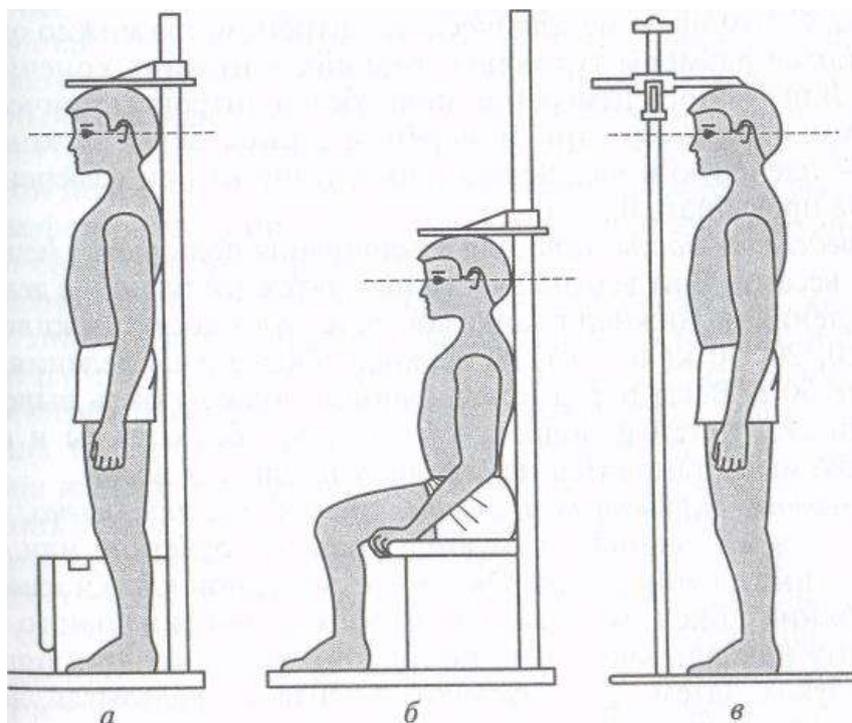
### *Общая характеристика телосложения.*

Типы телосложения. При осмотре необходимо решить, к какому конституциональному типу телосложения (астеническому, гиперстеническому или нормостеническому) относится обследуемый. Нужно учитывать, что среди спортсменов редко встречаются крайние конституциональные типы телосложения (астеники и гиперстеники), чаще бывают так называемые промежуточные типы: нормостеники с элементами астенического или гиперстенического телосложения. Астенический тип (узко-длинный) характеризуется преобладанием длинотных размеров над широтными: конечности длинные и тонкие, туловище короткое, грудная клетка длинная и узкая, уплощенная, эпигастральный угол острый, голова узкая или яйцеобразная, лицо вытянутое, шея тонкая и длинная, мышцы развиты слабо, длинные, тонкие; упитанность пониженная, кожа бледная, сухая; нередко наблюдаются нарушения осанки (сутуловатость, круглая спина). Гиперстенический тип (коротко-широкий) характеризуется преобладанием широтных размеров; конечности короткие, толстые, тело длинное, плотное, шея короткая, плечи широкие; грудная клетка короткая, широкая, эпигастральный угол тупой; живот длинный и хорошо выражен; таз широкий, подкожная жировая клетчатка сильно развита; мускулатура хорошо развита, но вследствие хорошей упитанности малорельефна; мышцы короткие и толстые, костяк широкий, позвоночник часто имеет усиленный поясничный лордоз. Нормостенический тип представляет собой вариант пропорционального атлетического телосложения. У нормостеников длинотные и широтные размеры пропорциональны; плечи достаточно широкие, таз узкий; грудная клетка хорошо развита, эпигастральный угол около  $90^\circ$ , мускулатура хорошо развита и рельефна; упитанность умеренная.

Антропометрия – измерение человеческого тела. Антропометрические измерения дополняют и уточняют данные соматоскопии, дают возможность точнее определить уровень физического развития обследуемого. Повторные антропометрические измерения позволяют следить за динамикой физического развития. Для получения данных, пригодных для последующей оценки и сравнения, необходимо выполнять следующие правила: антропометрические измерения проводятся утром (натощак), в одни и те же часы стандартными проверенными инструментами по общепринятой методике. При антропометрических исследованиях спортсменов измеряют: рост стоя и сидя, длину рук и ног, вес, ширину плеч, окружность грудной клетки (на вдохе, на выдохе, при паузе), экскурсию грудной клетки, ширину таза, окружность шеи, талии, плеч, бедер, голеней, жировую складку на плече и на животе, силу мышц кисти и жизненную емкость легких. Длину тела измеряют ростомером или антропометром.

При измерении длины тела стоя обследуемый становится босыми ногами на площадку ростомера по стойке «смирно», пятки, ягодицы и спина (межлопаточная область) прикасаются к вертикальной стойке; подбородок слегка опущен, чтобы наружный угол глаза и козелки ушных раковин были

на одной горизонтали. При измерении длины тела сидя обследуемый должен сесть так, чтобы прикоснуться к вертикальной стойке в крестцово-копчиковой и межлопаточной областях, голова занимает такое же положение, как и при измерении длина тела стоя (рисунок 6).



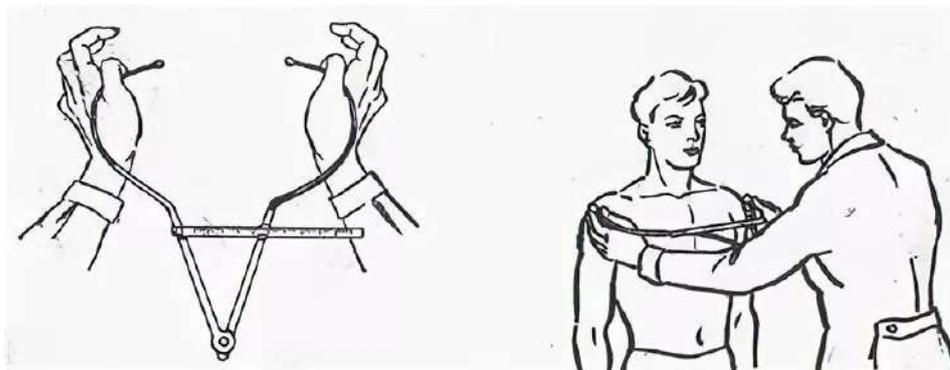
***Рисунок 6 – Измерение роста; а – стоя, деревянным ростомером; б – сидя, деревянным ростомером; в – стоя металлическим антропометром***

Горизонтальную планку опускают и слегка прижимают к темени, отсчет ведется по шкале ростомера. Длина ног измеряется сантиметровой лентой или антропометром от большого вертела бедра до плоскости опоры. Обследуемый становится по стойке «смирно». В некоторых случаях длину ног определяют с помощью вычитания из длины роста стоя длину роста сидя. Длина рук также измеряется сантиметровой лентой или антропометром от верхнего края акромиального отростка лопатки до конца среднего пальца опущенных с выпрямленными пальцами рук. Масса тела определяется с помощью медицинских весов. Обследуемый в легкой одежде становится на весы и взвешивается с точностью до 50 г. Ширина плеч измеряется большим толстотным циркулем.

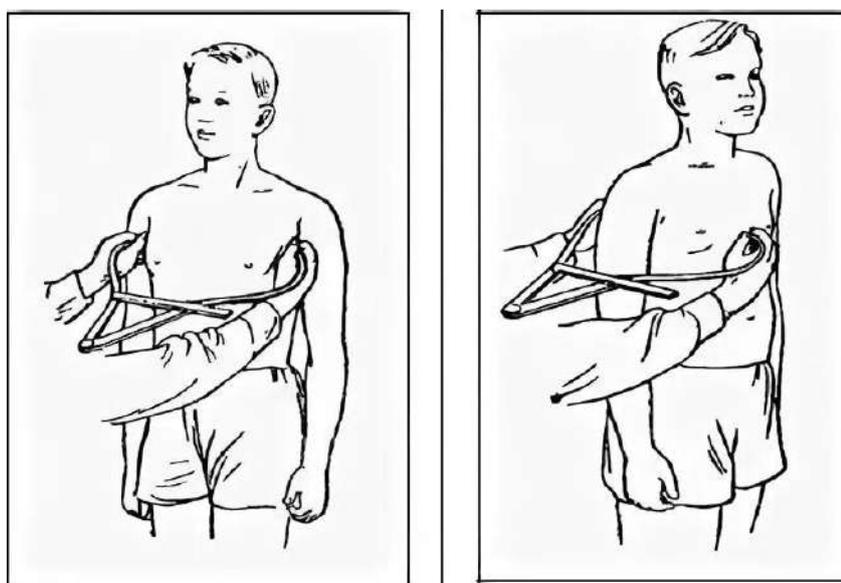
Циркуль берется таким образом, чтобы на пуговчатых утолщениях его ножек лежали указательные пальцы исследователя. Для измерения ширины плеч ножки циркуля устанавливают на наружные края акромиальных отростков лопатки (рисунок 7).

При измерении передне-заднего (сагиттального) диаметра грудной клетки одну ножку циркуля устанавливают на середину грудины (место прикрепления IV ребра к груди), а другую – на соответствующий остистый

отросток позвонка. При этом циркуль находится в горизонтальном положении. Поперечный (фронтальный) диаметр грудной клетки измеряется на том же уровне, что и сагиттальный. Ножки циркуля устанавливаются по средним подмышечным линиям на соответствующие ребра. При этом обследуемый должен вытянуть руки в стороны (рисунок 8).



*Рисунок 7 – Измерения ширины плеч*



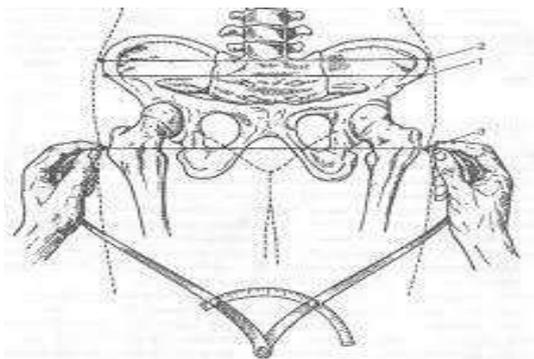
*Рисунок 8 – Измерения диаметра грудной клетки*

При измерении ширины таза ножки циркуля устанавливают на гребни подвздошных костей и находят самые отдаленные друг от друга точки (рисунок 9).

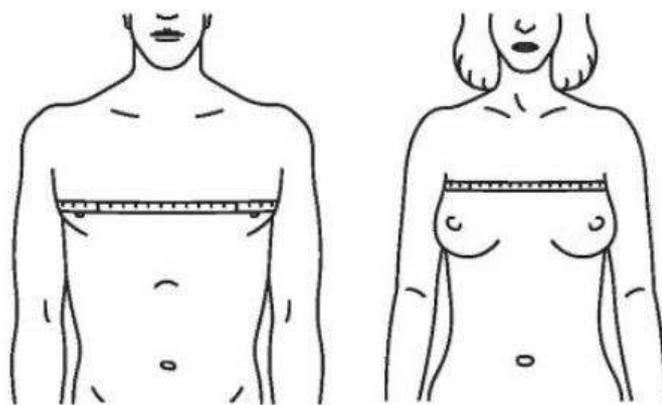
Окружность груди (на вдохе, на выдохе, при паузе) измеряется сантиметровой лентой (рисунок 10).

Сантиметровую ленту накладывают сзади под прямым углом к лопаткам, а спереди у мужчин и детей по нижнему краю околососковых кружков, а у женщин – над грудными железами по месту прикрепления четвертого ребра к груди (на уровне среднегрудной точки). При наложении ленты обследуемый немного приподнимает руки, за тем опускает их и становится

в спокойную стойку. Рекомендуется вначале измерить окружность груди на наибольшем вдохе, затем на глубоком выдохе и в паузе при обычном спокойном дыхании во время беседы. Обследуемый не должен при вдохе приподнимать плечи, а при выдохе сводить их вперед, нагибаться или изменять стойку. Исследователю необходимо все время слегка натягивать ленту и контролировать ее положение, особенно при переходе от вдоха к выдоху. Результаты измерений записывают в сантиметрах. Экскурсия грудной клетки – разница между показаниями на вдохе и показаниями на выдохе.



*Рисунок 9 – Измерения диаметра таза*

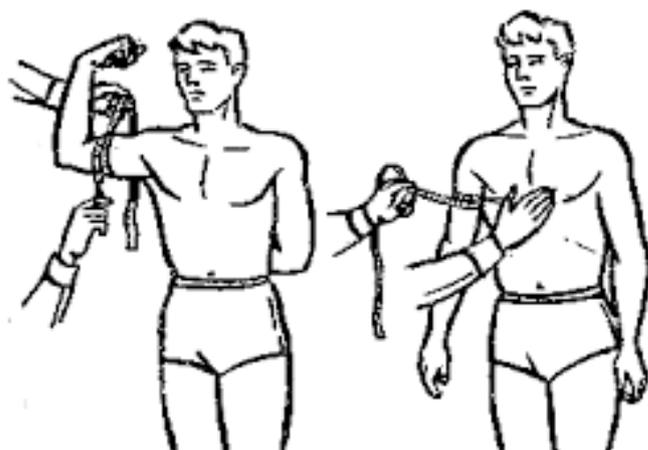


*Рисунок 10 – Измерение окружности груди*

Окружность шеи измеряется сантиметровой лентой у нижней части шеи под кадыком.

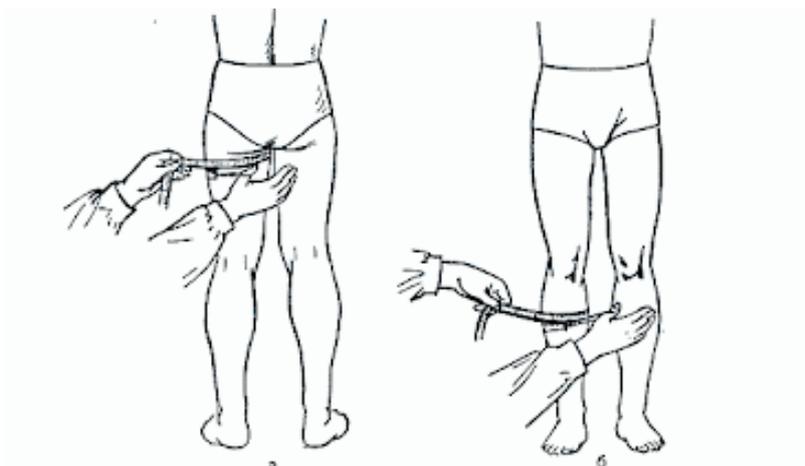
Окружность талии измеряют, накладывая горизонтально сантиметровую ленту на талию – на 3–4 см выше гребней подвздошных костей и несколько выше пупка. Во время измерений обследуемый не должен втягивать или выпячивать живот.

Окружность плеча (рисунок 11) определяется в напряженном и расслабленном состоянии. Сначала окружность плеча измеряется в напряженном состоянии, для чего обследуемый с напряжением сгибает руки в локте. Сантиметровую ленту накладывают в месте наибольшего утолщения бицепса. Затем руку выпрямляют и свободно опускают вниз, при этом ленту не снимают и не сдвигают, чтобы произвести измерение в том же месте.



**Рисунок 11 – Измерение окружности плеча**

Окружность бедра и голени (рисунок 12) измеряется в спокойной стойке, ноги обследуемого на ширине плеч. Вес тела равномерно распределен на обе ноги. Ленту накладывают горизонтально под ягодичной складкой и вокруг большего объема голени.



**Рисунок 12 – Измерение окружности: а – бедра; б – голени**

Жировая складка измеряется специальным циркулем – калипером (рисунок 13) на спине под углом лопатки и на животе, на уровне пупка и среднеключичной линии. Пальцами берется в складку участок кожи с подкожной клетчаткой шириной в 5 см и захватывается калипером, который позволяет произвести дозированное сжатие складки.

Сила мышц кисти измеряется ручным динамометром (рисунок 14). Динамометр с предельным усилием, но без рывка и каких-либо дополнительных движений сжимается рукой, отведенной в сторону. Измерение повторяют дважды; записывают лучший результат с точностью до 2 кг.

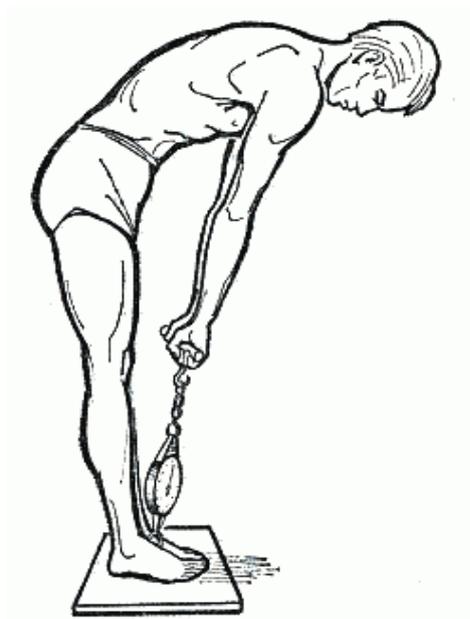
Силу мышц спины (становую силу) измеряют только у мужчин с помощью станового динамометра (рисунок 15). К динамометру, присоединенному к рукоятке, крепится цепь, которая соответствующим звеном соединяется с крюком площадки, на которой находится обследуемый. Это звено



*Рисунок 13 – Измерение жировой складки*



*Рисунок 14 – Измерение силы мышц кисти*



*Рисунок 15 – Измерение силы мышц спины (становая сила)*

цепи подбирается таким образом, чтобы рукоятка динамометра была на уровне коленей обследуемого. Последний встает на площадку так, чтобы крюк находился между двумя ступенями (на середине их длины), берет рукоятку руками и плавно тянет ее вверх. Ноги выпрямлены в коленях, руки прямые. Запрещается отклоняться назад, используя силу тяжести тела, и делать рывки. Измерение повторяют 2 раза, записывают лучший результат с точностью до 5 кг.

Жизненная емкость легких измеряется спирометром. Для измерения жизненной емкости легких необходимо стрелку циферблата спирометра по ставить на ноль, медленно сделать максимальный вдох, взять в рот мундштук, зажать нос и плавно равномерно выдохнуть. Результат выражается в миллилитрах.

Биоимпедансный анализ состава тела (БИАСТ) – это диагностический метод, позволяющий на основе измеренных значений электрического сопротивления тела человека и антропометрических данных оценить абсолютные и относительные значения параметров состава тела и метаболических коррелятов, соотнести их с интервалами нормальных значений признаков, оценить резервные возможности организма и риски развития ряда заболеваний.

БИАСТ неинвазивный метод, позволяющий оценить состав тела, включая жировую и безжировую массу, воду в организме и прочие компоненты. Он основан на измерении электрического сопротивления тканей.

Подготовка к анализу:

- **Исключить алкоголь:**

за 24 – 48 часов до анализа нужно отказаться от алкоголя.

- **Отказ от пищи и воды:**

за 3 – 4 часа до анализа не следует употреблять пищу и воду.

- **Исключить интенсивные физические нагрузки:**

за сутки до исследования не следует выполнять тяжелые тренировки, исключить массаж, сауну или баню.

- **Идеальное время:**

проведение анализа рекомендуется утром натощак.

- **Дополнительно:**

за 30 минут до процедуры рекомендуется опорожнить мочевой пузырь.

проведение анализа:

- 1. Ввод данных:**

перед началом анализа врач заносит данные пациента (рост, вес, возраст, пол) в программу.

- 2. Измерение:**

пациент встает на платформу для взвешивания, а затем берет ручки анализатора.

- 3. Измерение сопротивления:**

анализатор посылает слабый электрический ток, и измеряет сопротивление различных тканей.

#### **4. Анализ результатов:**

полученные данные обрабатываются программой, и врач предоставляет пациенту результаты и рекомендации.

*Что показывает БИАСТ:*

1. Жировую массу.
2. Безжировую массу (включая мышечную массу).
3. Объем и распределение воды в организме.
4. Интенсивность обмена веществ.
5. Прочие показатели, такие как фазовый угол (показывает качество и состояние тканей).



***Рисунок 16 – положение тела человека при обследовании БИАСТ***

**Методы оценки результатов тестирования физического развития** осуществляется на основании *метода антропометрических стандартов, метода индексов, метода сигмальных отклонений, метода центильных шкал, метода регрессии таблиц-шкал или корреляции признаков.*

*Метод антропометрических стандартов* – оценка исследуемых параметров по антропометрическим таблицам (стандартам), включающим признаки физического развития контингентов населения однородных по полу, возрасту, роду занятий, месту проживания и др. Стандарты содержат общие или групповые средние величины, характеризующие средние значения признаков для всего обследованного коллектива (групповые стандарты) и средние величины признаков, соответствующие определенным ростовым группам (ростовые стандарты).

*Метод индексов* основан на соотношении отдельных признаков по оценочным индексам, он удобен тем, что позволяет дать балльную оценку уровню физического развития. Однако данный метод не учитывает возраст человека, его профессиональную принадлежность. Основными показателями выступают: весоростовой индекс Кетле (показывает сколько граммов веса тела приходится на 1 см длины тела); индекс Эрисмана (индекс пропорциональности развития грудной клетки); индекс Пинье («числовой указатель» крепости организма); индекс пропорциональности физического развития;

силовые индексы; индексы для определения массы тела (индекс Бернгарда, Брока–Бругша, Лоренца, Вервека и др.).

*Метод сигмальных отклонений* основан на сравнении показателей физического развития обследуемого со средними показателями соответствующей возрастно-половой группы в стандартных оценочных таблицах и определением *сигмы* ( $\sigma$ ), характеризующей допустимую величину колебаний от средней величины. По значению сигмальных отклонений судят об уровне физического развития: очень высокий – при диапазоне  $M+3\sigma$ ; высокий –  $M+2\sigma$ ; выше среднего – в пределах от  $M \pm 1\sigma$  до  $M+2\sigma$ ; средний – в пределах  $M \pm 1\sigma$ ; ниже среднего – в пределах от  $M-1\sigma$  до  $M-2\sigma$ ; низкий – менее  $M-2\sigma$  и  $M-3\sigma$ . На основании отклонения признака строят антропометрический профиль, позволяющий судить о пропорциональности физического развития.

*Метод центильных шкал или центилей.* Данный метод при оценке физического развития учитывает взаимосвязь признаков. Для разработки центильных шкал обследуется не менее 100 человек (каждого возраста и пола), затем все результаты каждого из признаков (рост, вес и т. д.) располагают в возрастающем порядке и делят на 100 интервалов (центилей). При этом за средние, или условно нормальные величины принимаются значения, свойственные половине здоровых лиц данного пола и возраста, в интервале от 25-го до 75-го центилей. Каждый из фиксированных центилей называется вероятностью и обозначается в процентах. Так, 3-й и 97-й центили – это такие величины исследуемого признака, меньше которых он наблюдается в 3 % случаев; величина признака меньше 10-го или больше 90-го центиля встречается в 10 % случаев и т. д. Промежутки между центильными вероятностями называются центильными интервалами или «коридорами», каждый из которых соответствует определенному уровню показателей физического развития. Оценив каждый из показателей в отдельности по центильным шкалам, можно охарактеризовать гармоничность физического развития. В случае, когда разность «коридоров» между любыми двумя из трех показателей не превышает 1, можно говорить о гармоничности развития. Если эта разность составляет 2 – развитие дисгармоничное, если разность превышает 3 и более – резко дисгармоничное развитие.

*Метод регрессии таблиц-шкал или метод корреляции* позволяет учитывать на основании вычисления коэффициента корреляции взаимосвязь между антропометрическими признаками. Данный метод отражает изменения одного показателя при изменении другого. Степень взаимосвязи (корреляции) между любыми двумя признаками оценивается по коэффициенту корреляции ( $r$ ). Предельное значение  $r$  равно  $\pm 1$  (положительная или отрицательная связь), и чем ближе значение  $r$  к 1, тем теснее связь между признаками. Вычисление коэффициентов позволяет представить корреляцию между антропометрическими признаками в виде таблиц или графиков (*номограмм*), используемых для оценки показателей физического развития.

### *Список рекомендуемой литературы*

1. Граевская, Н. Д. Спортивная медицина : курс лекций и практические занятия : учеб. пособие : в 2 ч. / Н. Д. Граевская, Т. И. Долматова. – М. : Совет. спорт, 2004. – Ч. 1. – 304 с.
2. Спортивная медицина : курс лекций / сост. : Т. Ю. Крестьянинова, Э. С. Питкевич. – Витебск : Витеб. гос. ун-т, 2018. – 132 с.
3. Бондаренко, А. Е. Спортивная медицина : практ. пособие / А. Е. Бондаренко, О. А. Ковалева, Т. А. Ворочай ; Гомел. гос. ун-т. – Гомель : ГГУ, 2021. – 41 с.
4. Спортивная медицина : учеб. пособие / под ред. В. А. Епифанова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 168 с.
5. Макарова, Г. А. Спортивная медицина / Г. А. Макарова. – М. : Совет. спорт, 2010. – 480 с.

## **Раздел 2. ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА**

Дыхательная система человека – совокупность органов, обеспечивающих функцию внешнего дыхания человека (газообмен между вдыхаемым атмосферным воздухом и циркулирующей по малому кругу кровообращения кровью).

Биологическое **значение дыхания** заключается в:

- обеспечении организма кислородом;
- удалении углекислого газа из организма;
- окислении органических соединений БЖУ с выделением энергии, необходимой человеку для жизнедеятельности (кислородный этап энергетического обмена).

Из носовой полости воздух идет в глотку, потом в гортань, потом в трахею. Трахея разветвляется на два бронха, которые заходят в легкие.

***Дыхательная система: воздухоносные пути и легкие.***

### **Полость носа**

Извилистые носовые ходы. Слизистая снабжена капиллярами, покрыта мерцательным эпителием и имеет много слизистых железок. Есть обонятельные рецепторы.

### **Функции:**

1. Согревание или охлаждение вдыхаемого воздуха.
2. Задерживание и удаление пыли.
3. Уничтожение бактерий.
4. Обоняние.
5. Рефлекторное чихание.
6. Проведение воздуха в гортань.

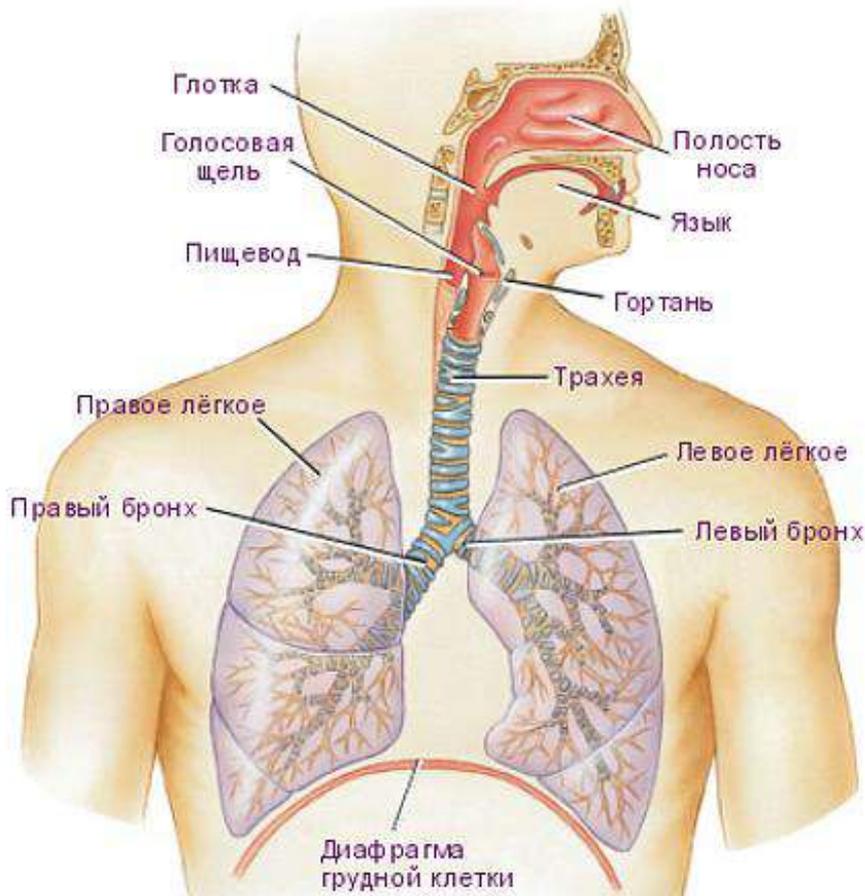
### **Гортань**

Непарные и парные хрящи. Между хрящами натянуты голосовые связки, образующие голосовую щель. Надгортанник прикреплен к щитовидному

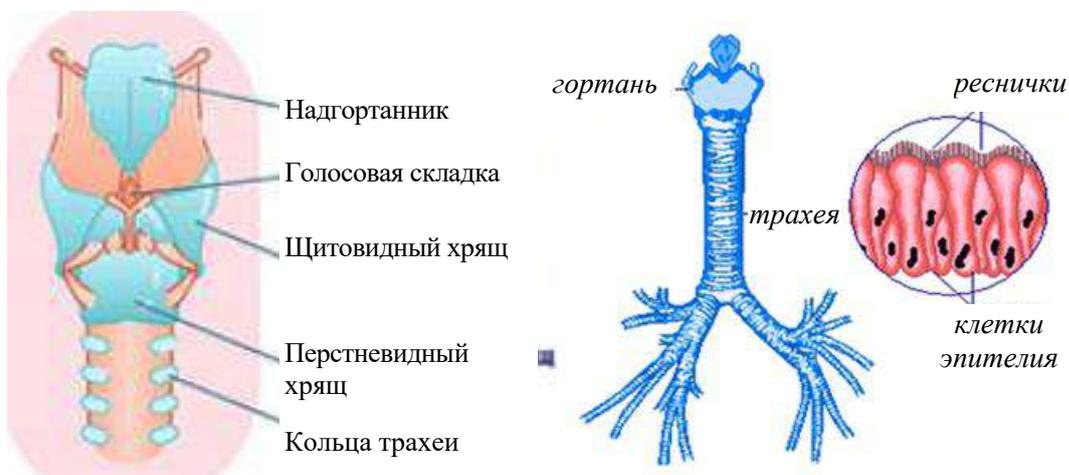
хрящу. Полость гортани выстлана слизистой оболочкой, покрытой мерцательным эпителием.

**Функции:**

1. Согревание или охлаждение вдыхаемого воздуха.
2. Надгортанник при глотании закрывает вход в гортань.
3. Участие в образовании звуков и речи, кашле при раздражении рецепторов от попадания пыли.
4. Проведение воздуха в трахею.



*Рисунок 17 – Дыхательная система человека*



*Рисунок 18 – Строение гортани и трахеи*

## **Трахея**

Трубка 10–13 см с хрящевыми полукольцами. Задняя стенка эластичная, граничит с пищеводом. Изнутри трахея выстлана слизистой оболочкой.

### **Функция:**

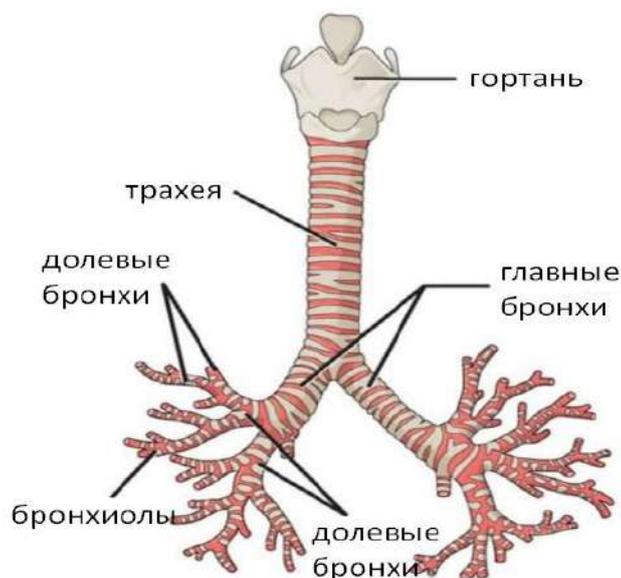
Обеспечивает свободное поступление воздуха в альвеолы легких.

## **Бронхи**

В нижней части трахея разветвляется на два главных бронха. Изнутри бронхи выстланы слизистой оболочкой. Ветвятся на все более мелкие бронхиолы.

### **Функция:**

Обеспечивает свободное поступление воздуха в альвеолы легких.



**Рисунок 19 – Воздуховодные пути**

Через носовую полость воздух попадает в носоглотку. Далее через гортань попадает в трахею, которая разветвляется на бронхи, через которые воздух идет в правое и левое легкие. Бронхи ветвятся на бронхиолы, бронхиолы заканчиваются альвеолами легких.

Воздухоносные пути заканчиваются *бронхиолами*.

## **Легкие**

Легкие покрыты снаружи плеврой, имеющей 2 листка – легочный и пристеночный.

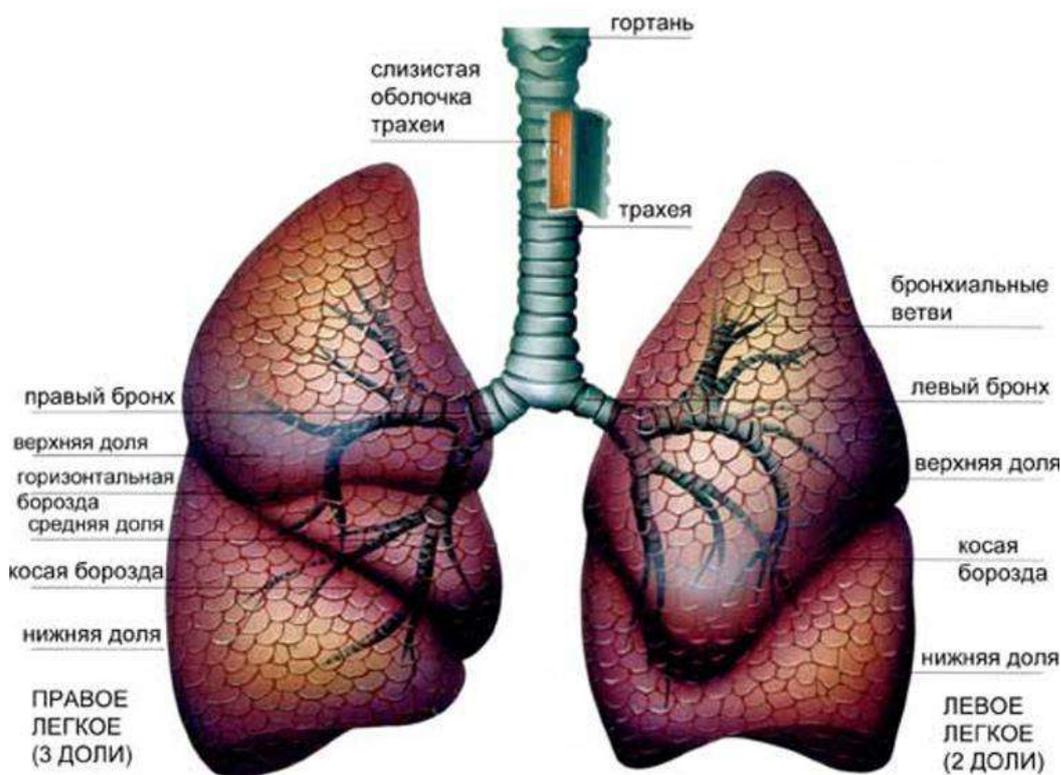
Между ними находится плевральная полость, в которой есть серозная жидкость, уменьшающая трение. Давление в плевральной полости чуть ниже атмосферного, это позволяет легким присасываться вслед за расширяющейся грудной клеткой.

Бронхи, зайдя в легкие, ветвятся на все более мелкие бронхиолы, получается бронхиальное дерево.

На концах самых мелких веточек этого дерева находятся **альвеолы** (легочные пузырьки), в которых происходит газообмен. Его эффективность очень высока за счет того, что:

- общая поверхность альвеол составляет 90 квадратных метров;
- между воздухом и кровью имеется только два слоя клеток – стенка альвеолы и стенка кровеносного капилляра;
- на внутренней поверхности альвеол содержится жидкость (сурфактант), сначала кислород растворяется в ней, а потом проходит через клетки. Кроме того, сурфактант не дает пузырькам спадаться.

В легких происходит обмен газами между воздухом и кровью: кислород переходит из воздуха в кровь, а углекислый газ – из крови в воздух.



*Рисунок 20 – Строение легких*

### Регуляция дыхания

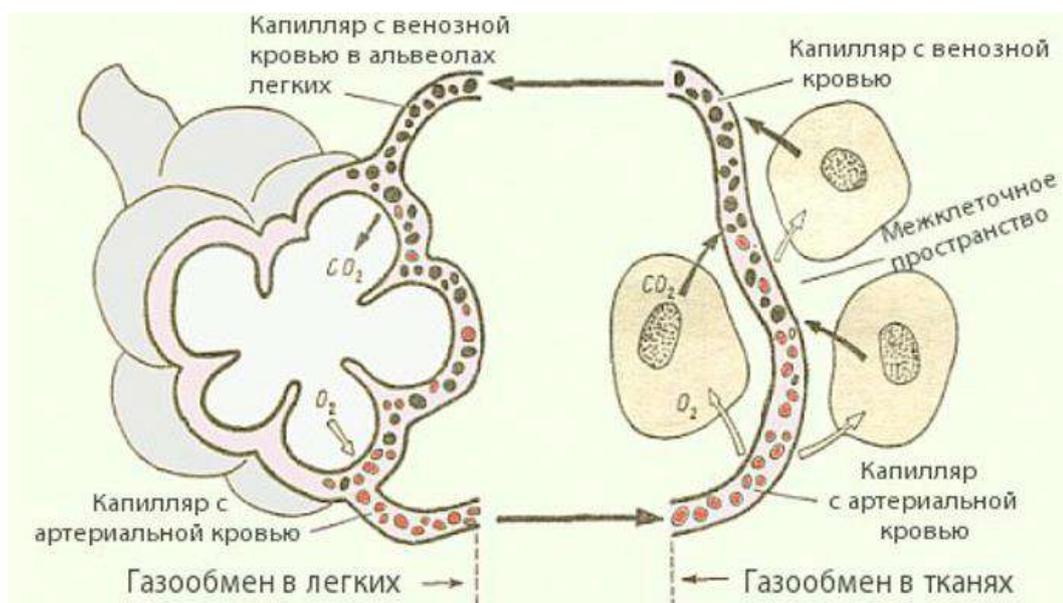
Дыхательный центр находится в продолговатом мозге. Под действием углекислого газа крови в нем возникает возбуждение, которое передается к дыхательным мышцам, происходит вдох.

Если задержать дыхание надолго, то углекислый газ будет все сильнее возбуждать дыхательный центр, в конце концов, дыхание возобновится непроизвольно.

**Кислород не влияет на дыхательный центр. При избытке кислорода (гипервентиляции) происходит спазм сосудов мозга, что приводит к головокружению или обмороку.**

Защитные дыхательные рефлексы:

- **кашель** – это сильный выдох через рот, чтобы выбросить инородное тело из гортани;
- **чихание** – сильный выдох через нос, чтобы выбросить инородное тело из носовой полости.



**Рисунок 21 – Схема газообмена в организме**

Дыхание можно регулировать сознательно, что происходит, например, при разговоре и пении.

#### **Дыхательные движения**

Сначала происходит сокращение межреберных мышц и диафрагмы, т. к. сами легкие не имеют мышечной ткани и растягиваются пассивно вследствие изменения давления.

Сокращаются диафрагма (опускается) и межреберные мышцы (поднимают грудную клетку), чтобы увеличить объем легких. Давление в легких становится меньше, чем во внешней среде, воздух устремляется туда.

В альвеолах кровь насыщается кислородом и освобождается от углекислого газа, происходит газообмен.

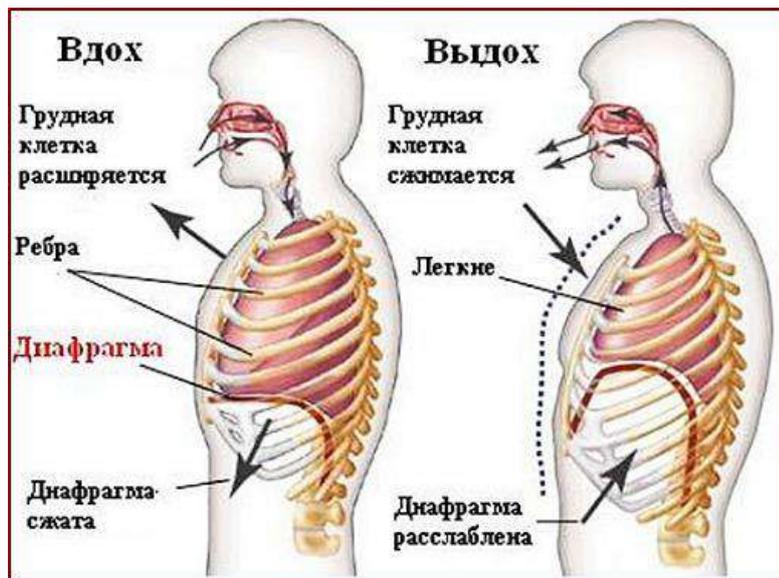
Для того, чтобы произошел выдох, расслабляются межреберные мышцы (грудная клетка опускается), диафрагма принимает исходное положение (поднимается), а затем, в результате этого, объем легких уменьшается, увеличивая давление и выталкивая воздух.

Для оценки функции внешнего дыхания используют различные методы, среди которых наиболее распространены спирометрия, спирография, пикфлоуметрия, бодиплетизмография и анализ газового состава крови.

#### **Методы исследования функции системы внешнего дыхания**

Спирометрия и спирография оценивают объем и скорость дыхания, пикфлоуметрия измеряет скорость выдоха, бодиплетизмография определяет объемы легких, а анализ газового состава крови показывает концентрацию кислорода и углекислого газа.

Спирометрия (спирография): наиболее распространенный метод, позволяющий оценить объем и скорость выдыхаемого воздуха, а также функциональное состояние легких и бронхов. Пациент делает глубокий вдох и энергичный выдох в специальное устройство, которое регистрирует объем и скорость выдыхаемого воздуха.



*Рисунок 22 – Механизм вдоха и выдоха*

Пикфлоуметрия: измеряет максимальную скорость выдоха с помощью портативного устройства, которое помогает определить степень обструкции дыхательных путей.

Бодиплетизмография: позволяет измерить объем легких, а также остаточный объем легких и общий объем легких, что важно для оценки различных заболеваний легких.

Анализ газового состава крови: определяет концентрацию кислорода и углекислого газа в крови, что позволяет оценить эффективность газообмена в легких.

Дополнительные методы: рентгенография и компьютерная томография легких также могут использоваться для выявления патологий органов дыхания. Бронхоскопия позволяет визуально исследовать дыхательные пути.

### **Гипоксичные пробы**

К наиболее простым гипоксическим пробам относятся пробы Штанге и Генчи. Они позволяют оценить адаптацию человека к гипоксии и гипоксемии, т. е. дают некоторое представление о способности организма противостоять недостатку кислорода. Лица, имеющие высокие показатели гипоксемических проб, лучше переносят физические нагрузки. В процессе тренировки, особенно в условиях среднегорья, эти показатели увеличиваются.

**Проба Штанге:** измеряется максимальное время задержки дыхания после субмаксимального вдоха.

Методика проведения: исследуемому предлагают сделать вдох, выдох, а затем вдох на уровне 85–95 % от максимального. При этом плотно закрывают рот и зажимают нос пальцами. Регистрируют время задержки дыхания.

Оценка пробы: средние величины пробы Штанге для женщин – 40–45 с, для мужчин – 50–60 с, для спортсменок – 45–55 с и более, для спортсменов – 65–75 с и более. Для детей (по данным В.С. Яз ловецкого, 1991) 7–11 лет –

30–35 с, 12–15 лет – 40–45 с, 16–17 лет – 45–50 с. По данным С.Б. Тихвинского отличаются почти в 1,5–2 раза.

С улучшением физической подготовленности в результате адаптации к двигательной гипоксии время задержки дыхания нарастает. Следовательно, увеличение этого показателя при повторном обследовании расценивается (с учетом других показателей) как улучшение подготовленности (тренированности) спортсмена.

### **Проба Штанге с физической нагрузкой**

Методика проведения: после выполнения пробы Штанге в покое выполняется нагрузка – 20 приседаний за 30 с. В качестве нагрузки можно использовать восхождения на ступеньку высотой 22,5 см в течение 6 мин в темпе 16 раз в минуту. После окончания физической нагрузки тотчас же проводится повторная проба Штанге. Время задержки дыхания при повторной пробе сокращается в 1,5–2 раза.

### **Проба Штанге с гипервентиляцией**

Методика проведения: после гипервентиляции (продолжительность для мужчин – 45 с, для женщин – 30 с) производится задержка дыхания на глубоком выдохе.

Оценка пробы: время произвольной задержки дыхания в норме возрастает в 1,5–2 раза (в среднем значения для мужчин – 130–150 с, для женщин – 90–110 с) по сравнению с обычной пробой.

**Проба Генчи:** регистрация времени задержки дыхания после максимального выдоха.

Методика проведения: исследуемому предлагают сделать глубокий вдох, затем максимальный выдох. Исследуемый задерживает дыхание при зажатом пальцами носе и плотно закрытом рте. Регистрируется время задержки дыхания между вдохом и выдохом.

Оценка пробы: в норме у здоровых людей время задержки дыхания составляет 25–40 с (на 40–50 % меньше показателей пробы Штанге). Спортсмены способны задержать дыхание на 40–60 с и более. При утомлении время задержки дыхания резко уменьшается.

По величине показателя пробы Генчи можно косвенно судить об уровне обменных процессов, степени адаптации дыхательного центра к гипоксии и гипоксемии.

Произвольная задержка дыхания зависит от обмена веществ, окислительных процессов, кислородной емкости крови, мобилизации дыхания, кровообращения и волевых качеств. Выделяют 2 фазы задержки дыхания:

1) контрольная – начинается с момента задержки дыхания до подавления первых трудностей, неприятных ощущений. По этой фазе судят о чувствительности дыхательного центра к гуморальным факторам;

2) волевая – начинается от момента возникновения затруднения подавления дыхания до его возобновления (волевая пауза). По этой фазе судят о возможности обследуемых к волевым усилиям.

Данные 1-й и 2-й фаз позволяют определить индекс воли (ИВ) в %. В норме он составляет 100 %.

$$\text{ИВ} = \frac{V_{\text{ср}}}{K_{\text{ср}}} \times 100,$$

где  $V_{\text{ср}}$  – время второй фазы, с;

$K_{\text{ср}}$  – время первой фазы, с.

**Проба Розенталя**, или спирометрическая кривая, представляет собой пятикратное измерение ЖЕЛ, проводимое через 15-секундные промежутки времени. Такое многократное определение составляет нагрузку, под влиянием которой может изменяться ЖЕЛ. Увеличение ее при последовательных измерениях соответствует хорошей оценке этой пробы, отсутствие изменений – удовлетворительной, уменьшение – неудовлетворительной. У здоровых людей, не занимающихся спортом, и спортсменов при пятикратном измерении определяются одинаковые и даже нарастающие цифры ЖЕЛ. В случаях же перетренированности или перенапряжения, а также при наличии заболеваний дыхательного аппарата или системы кровообращения ЖЕЛ при повторных измерениях постепенно уменьшается.

**Проба Шафрановского** – определение ЖЕЛ до и после стандартной физической нагрузки в виде 3 мин бега на месте в темпе 180 шагов в мин. ЖЕЛ измеряется до и сразу после бега, а затем через 1, 2 и 3 мин в восстановительном периоде. У здоровых тренированных спортсменов она изменяется мало (чаще незначительно увеличивается). Эта же проба у неподготовленных людей вызывает одышку и снижение ЖЕЛ.

**Проба Лебедева** – четырехкратное определение ЖЕЛ в покое и после тренировочной или соревновательной нагрузки с интервалами между измерениями 15 с. ЖЕЛ у хорошо тренированных спортсменов обычно изменяется мало, но после больших физических напряжений уменьшается более чем на 300 мл.

#### *Список рекомендуемой литературы*

1. Гайворонский, И. В. Нормальная анатомия человека : учебник : в 2 т. / И. В. Гайворонский. – 3-е изд., испр. – СПб : СпецЛит, 2003. – Т. 1. – 560 с.
2. Спортивная медицина : учеб. пособие / под ред. В. А. Епифанова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 168 с.
3. Макарова, Г. А. Спортивная медицина / Г. А. Макарова. – М. : Совет спорт, 2010. – 480 с.
4. Гамза, Н. А. Функциональные пробы в спортивной медицине : пособие / Н. А. Гамза, Г. Р. Гринь, Т. В. Жукова ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2024. – 57 с.
5. Спортивная медицина : учебник / под ред. А. В. Смоленского. – М.: Академия, 2015. – 319 с.

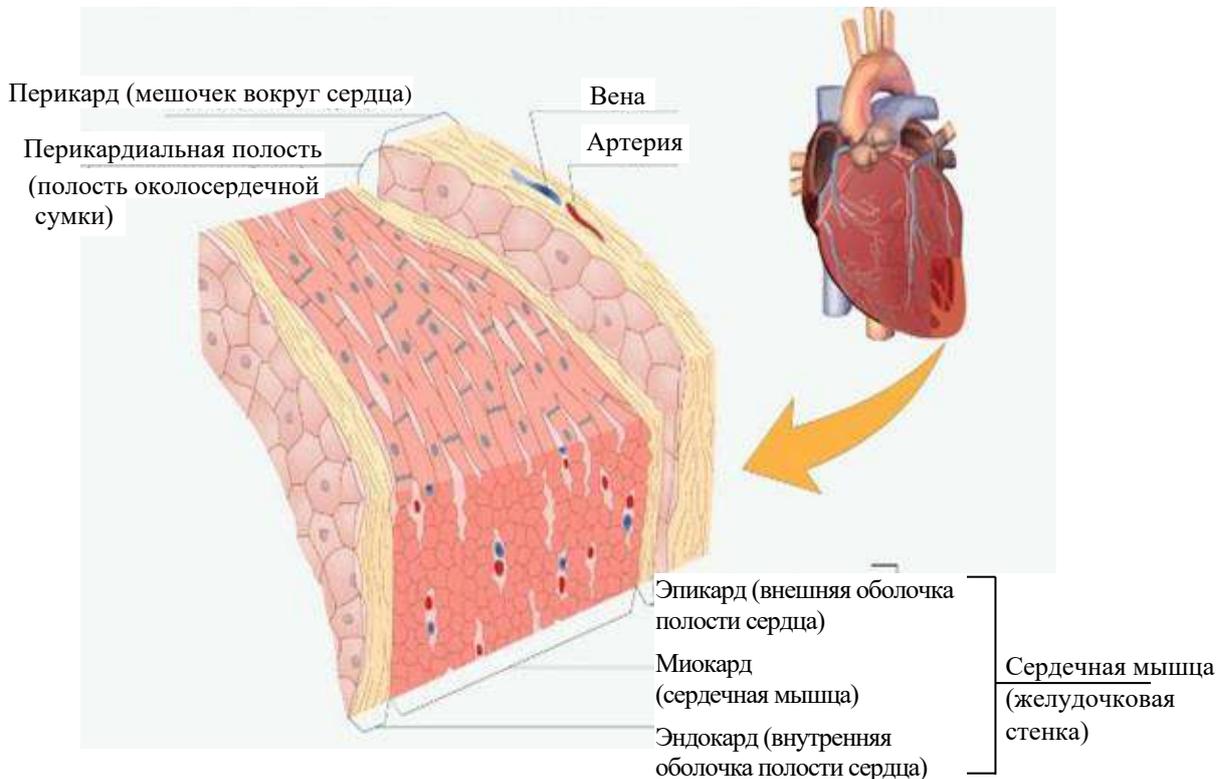
### Раздел 3. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Сердечно-сосудистая система (ССС) – одна из важнейших систем организма, обеспечивающих его жизнедеятельность. Сердечно-сосудистая система обеспечивает циркуляцию крови в организме человека. Кровь с кислородом, гормонами и питательными веществами по сосудам разносится по всему организму. По пути она делится указанными соединениями со всеми органами и тканями. Затем забирает все, что осталось от обмена веществ для дальнейшей утилизации.

#### *Строение сердца человека*

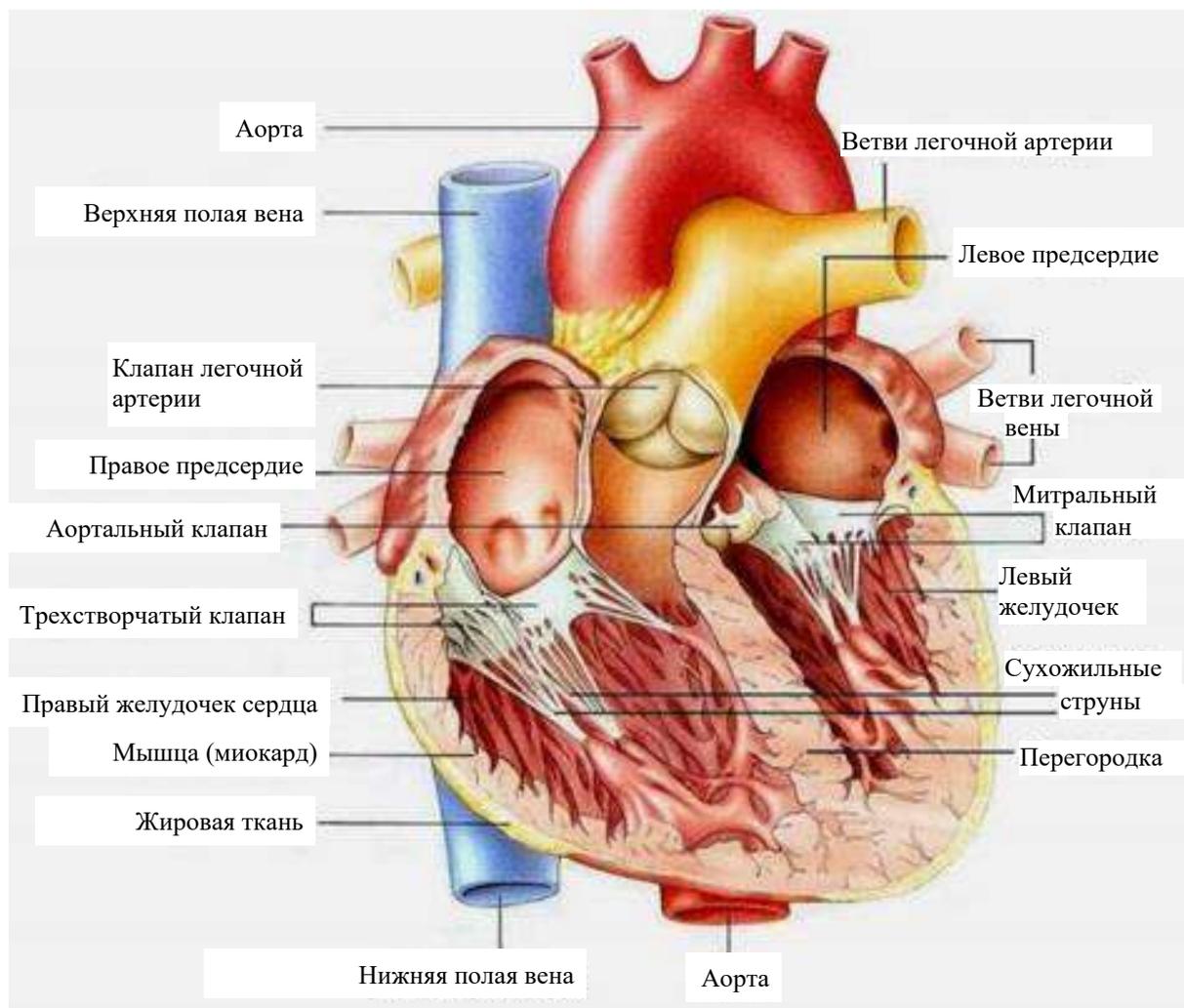
Сердце человека располагается в грудной клетке, ориентировочно в центре с небольшим смещением влево. Представляет собой полый мышечный орган. Снаружи окружено оболочкой – перикардом (околосердечной сумкой). Между сердцем и околосердечной сумкой находится жидкость, увлажняющая сердце и уменьшающая трение при его сокращениях.

*Сердце* – это насос, обеспечивающий ток крови по кровеносным сосудам посредством повторных ритмичных сокращений. Сердце состоит из трех слоев (рис. 23). Внутренний – *эндокард* – гомологичен эндотелию сосудов, средний – *миокард* – состоит из кардиомиоцитов и несет сократительную функцию, наружный – *эпикард* – состоит из соединительной ткани. Миокард человека имеет большую толщину, поэтому его питание обеспечивают коронарные артерии. Сердце окружено околосердечной сумкой – *перикардом*. Пространство между эпикардом и перикардом заполнено жидкостью, снижающей трение сердца о соседние ткани.



**Рисунок 23 – Строение сердечной стенки**

**Сердце разделено на четыре камеры:** две правые – правое предсердие и правый желудочек, и две левые – левое предсердие и левый желудочек. В норме правая и левая половины сердца между собой не сообщаются. При врожденных пороках в межпредсердной и межжелудочковой перегородках могут сохраняться отверстия, через которые кровь попадает из одной половины сердца в другую. Предсердия и желудочки соединяются между собой отверстиями.



**Рисунок 24 – Внутреннее строение сердца**

**По краям отверстий располагаются створчатые клапаны сердца:** справа – трехстворчатый, слева – двустворчатый, или митральный. Двустворчатый и трехстворчатый клапаны обеспечивают ток крови в одном направлении – из предсердий в желудочки. Между левым желудочком и отходящей от него аортой, а также между правым желудочком и отходящей от него легочной артерией тоже имеются клапаны. Из-за формы створок они названы полулунными. Каждый полулунный клапан состоит из трех листков, напоминающих кармашки. Свободным краем кармашки обращены в просвет сосудов. Полулунные клапаны обеспечивают ток крови только в одном направлении – из желудочков в аорту и легочную артерию.

**Работа сердца включает две фазы:** сокращение (систола) и расслабление (диастола). Сердечный цикл состоит из сокращения предсердий, сокращения желудочков и последующего расслабления предсердий и желудочков. Сокращение предсердий длится 0,1 сек, сокращение желудочков – 0,3 сек.

**Во время диастолы:** левое предсердие наполняется кровью, через митральное отверстие кровь перетекает в левый желудочек, во время сокращения левого желудочка кровь выталкивается через аортальный клапан, попадает в аорту и разносится по всем органам. В органах происходит передача кислорода тканям организма для их питания. Далее кровь по венам собирается в правое предсердие, через трикуспидальный клапан попадает в правый желудочек.

**Во время систолы желудочков:** венозная кровь выталкивается в легочную артерию и попадает в сосуды легких. В легких кровь оксигенируется, то есть насыщается кислородом. Насыщенная кислородом кровь через легочные вены собирается в левое предсердие.

Ритмичное, постоянное чередование фаз систолы и диастолы, необходимое для нормальной работы, обеспечивается возникновением и проведением электрического импульса по системе особых клеток – по узлам и волокнам проводящей системы сердца. Импульсы возникают вначале в самом верхнем, так называемом, синусовом узле, который располагается в правом предсердии, далее проходят ко второму, атриовентрикулярному узлу, а от него – по более тонким волокнам (ножкам пучка Гиса) – к мышце правого и левого желудочков, вызывая сокращение всей их мускулатуры.

Самому сердцу как и любому другому органу для питания и нормальной деятельности требуется кислород. К сердечной мышце он доставляется по собственным сосудам сердца – коронарным. Иногда эти артерии называют венечными.

Коронарные сосуды отходят от основания аорты. Делятся на правую коронарную артерию и левую коронарную артерию. Левая коронарная артерия в свою очередь разделяется на переднюю межжелудочковую и огибающую артерии. Правая коронарная артерия кровоснабжает стенки правого предсердия и желудочка, заднюю часть межжелудочковой перегородки и заднюю стенку левого желудочка, синусовый и атриовентрикулярный узел. Левая коронарная артерия снабжает кровью переднюю часть межжелудочковой перегородки, переднюю и боковую стенки левого желудочка, левое предсердие.

Нормальная частота сердечных сокращений колеблется от 55 до 85 в мин. При нагрузке частота закономерно увеличивается. Определить частоту сердечных сокращений можно по пульсу.

**Пульс** – это колебания артериальной стенки, возникающие при каждом сокращении сердца. С латинского языка переводится как «толчок». Это ощущение толчкообразных колебаний стенок артерий вследствие заполнения их кровью в такт сокращениям сердечной мышцы (систоле).

Обычно пульс определяется на лучевой артерии у основания большого пальца кисти руки выше лучезапястного сустава. Кончиками пальцев лучевую артерию прижимают к кости, пока отчетливо не ощутят ее пульсацию.

Можно определить пульс и в других точках:

- на височной артерии;
- на сонной артерии;
- в области сердечного толчка;
- на передней большеберцовой артерии (a. tibialis anterior).

Обычно подсчитывают пульс за 10, 15, 20, 30 с. с пересчетом на 1 мин, реже за 60 и более с. (при аритмии).

Исследуя пульс, обращают внимание:

1. на частоту;
2. ритм;
3. наполнение;
4. напряжение.

**Частота пульса (ЧП)** – это наиболее важный показатель, определяется количеством систол левого желудочка за 1 мин.

В норме ЧП = Частота сердечных сокращений (ЧСС) = 60 – 80 уд/мин.

Состояние, при котором пульс менее 60 уд/мин, называется брадикардией.

Состояние, при котором пульс более 80 уд/мин, называется тахикардией.

На частоту пульса влияют:

- положение тела (лежа пульс меньше ~ на 10 уд/мин);
- пол (у женщин пульс чаще);
- возраст (чем младше ребенок, тем его пульс чаще).

Тахикардия в покое всегда говорит либо о переутомлении или перенапряжении, либо о заболеваниях ССС. Необходимо временно отстранить от занятий спортом и провести дообследование.

Брадикардия часто встречается у спортсменов. Может достигать до 40 уд/мин, если при этом нет жалоб, при объективном исследовании все в норме – это говорит о хорошей тренированности, об экономизации функции ССС. При пульсе менее 40 уд/мин вероятно наличие патологии (требуется дообследование).

### **Ритм**

В норме пульс должен быть ритмичным. Если пульс неритмичный, такое состояние называют аритмией. Аритмия – нарушение ритма сердца – может быть как физиологическим, так и патологическим.

Пример физиологической аритмии – дыхательная (при вдохе пульс чаще).

Однако чаще всего аритмия говорит о патологии ССС.

Дефицит пульса = ЧСС – ЧП.

В норме дефицит пульса равен 0.

**Наполнение** – это разница м/у максимальным и минимальным объемом артерии при ее пульсации. Наполнение зависит от величины ударного объема кровотока (УОК).

Различают полный и пустой пульс.

**Напряжение** – определяется сопротивлением артерии при ее прижатии. Зависит от уровня систолического артериального давления (АД).

Различают твердый и мягкий пульс.

Форма пульса лучше определяется графически:

1) Пульс высокий и быстрый – при недостаточности аортального клапана (большие перепады, быстро меняется систола на диастолу).

2) Пульс низкий и медленный.

3) Альтернирующий пульс – за большой пульсовой волной через паузу идет малая (при слабости мышцы левого желудочка – не все волокна одновременно возбуждаются).

4) Дикротический пульс – это пульс, при котором без паузы следуют большая и малая пульсовые волны (может быть при лихорадке, инфекционных заболеваниях – при снижении тонуса артерий).

5) Пульс Попова-Савельева – пульс на одной руке меньшего наполнения, чем на другой (при митральном стенозе).

Движение крови по сосудам зависит от создаваемого сердцем давления в момент выброса крови и сопротивления стенок сосудов току крови. Давление в аорте в момент сокращения желудочков сердца является максимальным и называется систолическим. Во время расслабления в левом желудочке сохраняется остаточное давление, которое называется диастолическим. На величину кровяного давления влияют просвет кровеносных сосудов, вязкость крови, количество циркулирующей в сосудах крови. По мере удаления от сердца давление крови уменьшается и становится наименьшим в венах. Разность между высоким давлением крови в аорте и низким давлением в полых венах обеспечивает непрерывный ток крови по сосудам.

### ***Измерение артериального давления***

Артериальное давление (АД) – это давление, оказываемое артериальной кровью на стенки сосудов при ее движении.

АД зависит:

1. От силы систолы.

2. От ОЦК.

3. Состава циркулирующей крови.

4. Тонуса мелких сосудов (капилляров), т. е. периферического сопротивления току крови.

5. Эластичности крупных сосудов (она с возрастом снижается, а АД как правило повышается).

Различают:

- АД<sub>max</sub> – систолическое (верхнее). Возникает во время систолы ЛЖ и зависит от ее силы.

- АД<sub>min</sub> – диастолическое (нижнее). Это давление в артериях вне систолы, определяемое периферическим сопротивлением току крови.

- ПД – пульсовое давление – это разница между систолическим и диастолическим давлением. Свидетельствует о величине выброса крови в систолу (УОК).

В норме:

АД<sub>max</sub> = 100 – 129 мм. рт. ст.

АД<sub>min</sub> = 60 – 79 мм. рт. ст.

ПД = 40 – 50 мм. рт. ст.

АД определяется пальпаторно и аускультативно, но наиболее точный и распространенный – это второй метод.

АД измеряется обычно на плечевой артерии, которая сдавливается специальной манжетой и ниже последней выслушиваются тоны.

Допустимая разница АД на руках – до 10 мм. рт. ст.

АД измеряется на обеих руках, дважды: 1-е измерение случайное (несколько больше обычного); 2-е измерение точнее отражает реальные цифры АД (несколько ниже). Из 2х измерений берется более низкое.

Можно измерить АД на бедре: манжета 20 x 50 см надевается на бедро, фонендоскоп – в подколенную ямку, пациент лежит на животе. В норме АД на бедре на 10 – 40 мм. рт. ст. больше, чем на руках, если же оно меньше, чем на руках, то можно заподозрить сужение аорты (коарктацию).

Капиллярное давление = 16 – 25 мм. рт. ст.

Венозное давление = 60 – 120 мм. вод. ст. (Венозное давление увеличивается при недостаточности правого желудочка, позволяет судить об ОЦК).

У большинства спортсменов АД несколько снижено, ближе к нижней границе. АД менее 100/60 мм. рт. ст. бывает в состоянии высокой тренированности, но м.б. и проявлением переутомления, влияния очагов хронической инфекции (ОХИ) или вегето-сосудистой дистонии (ВСД) по гипотоническому типу. Во всех таких случаях необходим тщательный врачебный контроль, особенно если есть жалобы.

АД = 130/80 мм. рт. ст. и более свидетельствует о гипертоническом состоянии.

АД менее 100/60 мм. рт. ст. говорит о гипотоническом состоянии.

Факторы риска повышения АД:

- курение;
- алкоголь;
- длительное употребление поваренной соли в больших количествах
- наследственная предрасположенность;
- физическое и психическое перенапряжение и др.

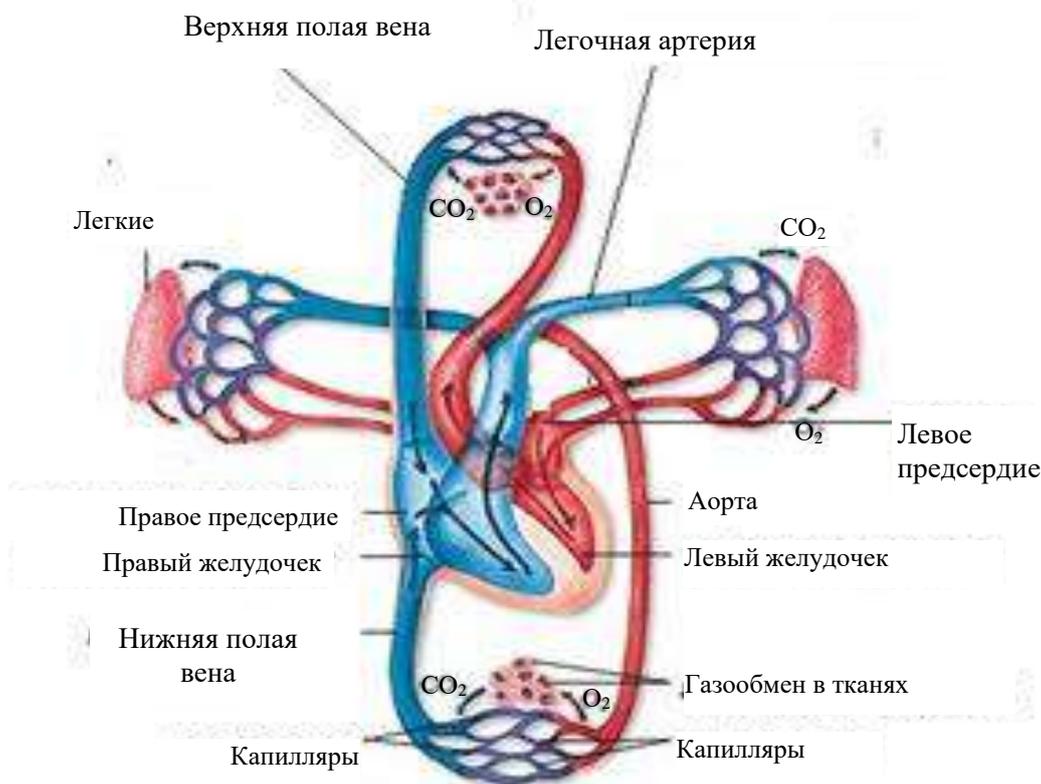
Кровь циркулирует в организме благодаря сердцу. Оно ритмически сокращается как насос, перекачивая кровь по кровеносным сосудам и обеспечивая все органы и ткани кислородом и питательными веществами. Сердце – живой мотор, неутомимый труженик, за одну минуту сердце перекачивает по телу около 5 литров крови, за час – 300 литров, за сутки набегает 7 000 литров.

### ***Круги кровообращения***

Кровь, протекающую по сердечно-сосудистой системе, можно сравнить со спортсменом, который бежит на разные дистанции. Когда она проходит через малый (легочный) круг кровообращения – это спринт. А большой

круг – это уже марафон. Эти круги англичанин Вильям Гарвей описал еще в 1628 году. Во время большого круга кровь разносится по всему телу, не забывая обеспечивать его кислородом и забирать углекислый газ. Во время этого «забега» артериальная кровь становится венозной.

Малый круг кровообращения отвечает за поступление крови в легкие, там кровь отдает углекислый газ и обогащается кислородом. Кровь из малого круга кровообращения возвращается в левое предсердие. Большой круг кровообращения, начинающийся в левом желудочке, обеспечивает транспорт крови по всему телу. Кровь, насыщенная кислородом, перекачивается левым желудочком в аорту и ее многочисленные ветви – различные артерии. Затем она поступает в капиллярные сосуды органов и тканей, где кислород из крови обменивается на углекислый газ. Большой круг кровообращения заканчивается небольшими венами, которые сливаются в две крупные вены (полые вены) и возвращают кровь в правое предсердие. По верхней поллой вене происходит отток крови от головы, шеи и верхних конечностей, а по нижней поллой вене – от туловища и нижних конечностей.



**Рисунок 25 – Круги кровообращения**

**Кровеносные сосуды** – эластичные трубчатые образования в теле человека, по которым силой ритмически сокращающегося сердца или пульсирующего сосуда осуществляется перемещение крови по организму. По артериям кровь бежит от сердца к органам, по венам возвращается к сердцу, а самые мелкие сосуды – капилляры – приносят кровь к тканям.

## **Артерии**

Без питательных веществ и кислорода не может обойтись ни одна клетка. Доставку их осуществляют артерии. Именно они разносят богатую кислородом кровь по всему телу. При дыхании кислород попадает в легкие, где дальше начинается доставка кислорода по всему организму. Сначала к сердцу, потом по большому кругу кровообращения ко всем частям тела. Там кровь меняет кислород на углекислый газ и затем возвращается в сердце. Сердце перекачивает ее обратно в легкие, которые забирают углекислый газ и отдают кислород, и так бесконечно. А еще есть легочные артерии малого круга кровообращения, они находятся в легких и по ним кровь, бедная кислородом и богатая углекислым газом поступает в легкие, где и происходит газообмен. Затем эта кровь по легочным венам возвращается в сердце.

## **Вены**

Кровь с углекислым газом и продуктами обмена веществ из капилляров попадает сначала в вены, а по ним движется к сердцу. Клапаны, которые есть почти у всех вен, делают движение крови односторонним.

Еще в малом круге кровообращения есть так называемые легочные вены. По богатая кислородом кровь течет от легких к сердцу.

### *Анатомия проводящей системы сердца*

Проводящая система сердца (ПСС) представлена комплексом анатомических структур, обладающих свойствами спонтанного возбуждения и специализированного проведения, формируя синхронное сокращение миокарда. По физиологическим, биохимическим и морфологическим признакам эти образования сохраняют признаки, свойственные эмбриональному миокарду (Матова Е.Е., 1982). Сердце является уникальным органом, способным к самопроизвольному сокращению – автоматии. Это обеспечивается благодаря проводящей системе, представленной атипичными кардиомиоцитами, которые способны к образованию и проведению импульсов. Основными элементами ПСС являются: синусно-предсердный узел, предсердно-желудочковый узел, пучок Гиса, отходящие от пучка левая и правая ножки, субэндокардиальная сеть волокон Пуркинье.

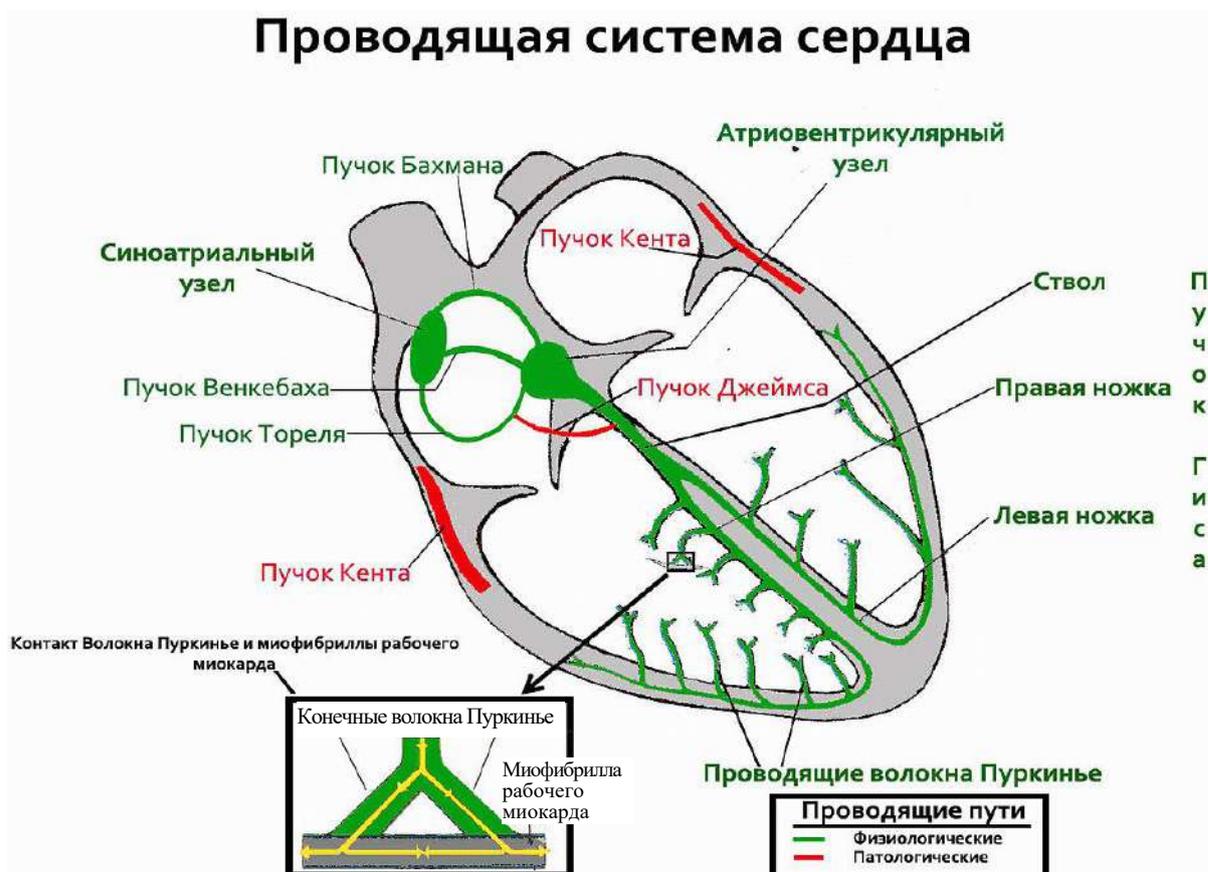
В нормально сформированном сердце проводящая система сердца (рисунок 26) состоит:

- 1) из синоатриального узла (узел Киса – Фляка);
- 2) предсердной части;
- 3) атриовентрикулярного узла или соединения (АВУ);
- 4) пучка Гиса;
- 5) ножек пучка Гиса;
- 6) волокон Пуркинье.

Синусно-предсердный узел (СПУ, СП-узел, синоатриальный, синусный, синоаурикулярный, узел Киса – Фляка) расположен в пограничной борозде: у места впадения верхней полой вены в правое предсердие. По своей форме напоминает эллипс или полумесяц. Длина узла приблизительно 10–

15 мм, высота 5 мм, толщина 1,5 мм. Синусно-предсердный узел состоит из трех частей: передней, располагающейся субэпикардially, задней, постепенно переходящей в мускулатуру пограничного гребня в направлении нижней полой вены, центральной, называемой «компактной зоной», которая является доминирующим пейсмекерным местом.

Клетки СПУ являются водителями ритма 1-го порядка, поскольку именно в этом узле возникает первоначальное возбуждение, которое распространяется далее по проводящим путям, что обеспечивает синусовый ритм сердечной деятельности. Частота генерации импульсов составляет 60-80 уд/мин.



*Рисунок 26 – Проводящая система сердца*

Предсердно-желудочковый узел (ПЖУ, ПЖ-узел, атриовентрикулярный узел (АВУ), узел Ашоффа – Тавара) расположен в предсердной части атриовентрикулярной мышечной перегородке, отделенной от миокарда желудочков фиброзным кольцом. В поперечном сечении представляет собой вытянутый полуовал с поверхностно расположенным переходным слоем и компактным слоем по окружности. Ширина его – 4 мм, длина – 6 мм, толщина – 1,5 мм. В АВУ разделяют несколько функциональных зон: зону переходных клеток, компактный ПЖ-узел, пенетрирующую часть ПЖ-узла, ветвящуюся часть ПЖ-узла. Первые две зоны являются предсердной частью узла, которая располагается в основании межпредсердной перегородки, а две другие – в желудочковой. Основной функцией ПЖУ является защита

миокарда от сверхчастых импульсов, которые могут возникать в суправентрикулярных структурах сердца. Частота генерации импульсов составляет 40–60 уд/мин.

СП-узел и ПЖ-узел сообщаются между собой посредством переднего, среднего и заднего трактов. Передний тракт состоит из двух ветвей, одна из которых направляется к левому предсердию (пучок Бахмана), другая переходит в верхнюю часть ПЖ соединения по задней части межпредсердной перегородки. Средний тракт (пучок Венкебаха) располагается на задней части межпредсердной перегородки. Задний межузловой тракт (пучок Тореля) является самым длинным. Он начинается от СПУ, проходит над коронарным синусом и сливается с нижней частью ПЖ соединения. Скорость передачи импульса по проводящей системе предсердий в два раза больше, чем по мышечной ткани.

Продолжением АВ соединения является пучок Гиса. Морфологически это незаметно, поскольку нет разграничения в переходе от компактного узла. Длина пучка Гиса – 15–20 мм, ширина – 1–4 мм. Пенетрирующая часть узла (10 мм) проходит через центральное фиброзное тело (заключена в фиброзную ткань) в МЖП вблизи от обоих атриовентрикулярных колец. Далее пучок идет по верхнему краю мышечной части МЖП, образуя ветвящийся сегмент в виде правой и левой ножек. Сзади ветвящуюся часть пучка Гиса ограничивает фиброзное кольцо трехстворчатого клапана, а спереди – окончание отхождения левой ножки пучка Гиса. Правая ножка пучка Гиса отходит вперед и вниз к внутренним слоям правой половины МЖП и правого желудочка. Продолжением пучка Гиса является левая ножка. Она достигает субэндокардиальных отделов левой половины МЖП и левого желудочка и разделяется на 2 или 3 главные ветви: переднюю – идет к основанию передней сосочковой мышцы; заднюю – подходит к задней сосочковой мышце. Несмотря на то, что сердце обладает способностью к самостоятельному сокращению, его деятельность контролируется со стороны ЦНС. Парасимпатическая иннервация представлена блуждающими нервами; правым и левым. Волокна от правого блуждающего нерва иннервируют преимущественно СП-узел и, в меньшей степени, миокард правого предсердия. Волокна левого блуждающего нерва участвуют в иннервации ПЖ-узла. Таким образом, правый блуждающий нерв влияет на частоту сердечных сокращений, а левый – на ПЖ-проводимость.

Симпатическая иннервация сердца осуществляется от центров, расположенных в боковых рогах трех верхних грудных сегментов спинного мозга. Симпатические волокна распределены равномерно: иннервируют передние и задние отделы желудочков.

Синусно-предсердный узел кровоснабжается одноименной артерией, которая в 61 % случаев отходит от правой коронарной артерии, в оставшихся 39 % – от левой. Артерия СУ является непропорционально большой, проходит в его центре вдоль продольной оси. Предсердно-желудочковый узел

также кровоснабжается одноименной артерией, отходящей в 83 % случаев от правой венечной артерии, в 7 % – от левой и в 10 % – от обеих артерий.

Пучок Гиса кровоснабжается ветвью от правой коронарной артерии или от передней нисходящей коронарной артерии.

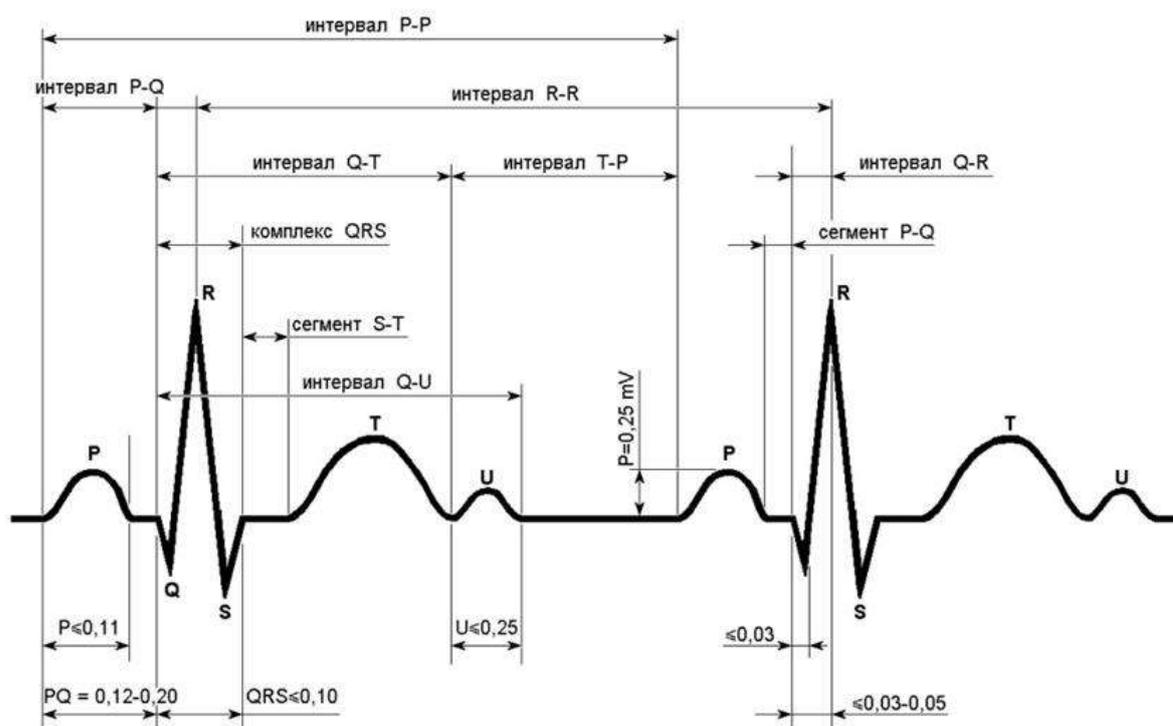
Электрическую работу сердца (образование и проведение импульсов) возможно зарегистрировать благодаря электрокардиографии, по результату проведения которой на полученной электрокардиограмме можно оценить возбудимость сердца.

**Электрокардиограмма (ЭКГ)** – это запись электрической активности сердца, известный и широко используемый диагностический инструмент в кардиологии. Он предоставляет информацию о частоте сердечных сокращений, ритме и проведении электрических импульсов в сердце.

Кроме того, он также может указывать на определенные состояния, такие как сужение коронарных артерий или, например, инфаркт миокарда. Также (в зависимости от того, где эти признаки видны на ЭКГ) можно довольно хорошо определить, где находится сужение в коронарных артериях.

Элементы ЭКГ:

- зубец P – переход возбуждения с синусно-предсердного узла на миокард предсердий;
- интервал PQ – предсердно-желудочковое проведение, т. е. время распространения возбуждения по предсердиям, ПЖ-узлу, пучку Гиса и его разветвлениям;
- комплекс QRS – возбуждение миокарда желудочков (систола сердца);
- зубец S – распространение возбуждения на базальные отделы межжелудочковой перегородки, правого и левого желудочков;



**Рисунок 27 – Электрокардиограмма**

- сегмент S-T – оба желудочка полностью охвачены возбуждением;
- зубец T – реполяризация миокарда желудочков;
- сегмент TP – диастола сердца;
- зубец U. Отображает конечную стадию реполяризации желудочков,

может отсутствовать на ЭКГ. Преимущественно проявляется при брадикардии. Отрицательный или сливающийся с зубцом T зубец U считается патологическим.

**Вариабельность сердечного ритма (ВСР)** – это изменения интервалов времени между последовательными сердечными сокращениями, отражающие динамику работы автономной нервной системы. ВСР представляет собой не просто изменение частоты сердечных сокращений, а сложные колебания этих интервалов, которые могут быть вызваны различными факторами, включая стресс, физическую нагрузку, сон и болезни. ВСР отражает взаимодействие симпатической и парасимпатической нервной системы, которые регулируют работу сердца. Симпатическая система ускоряет сердечный ритм, а парасимпатическая замедляет его. ВСР позволяет организму адаптироваться к изменениям внешней и внутренней среды. Высокая ВСР обычно указывает на здоровый организм и эффективную работу автономной нервной системы, в то время как низкая ВСР может сигнализировать о потенциальных проблемах. ВСР может быть измерена с помощью ЭКГ, пульсометров и других устройств, а затем анализируется с помощью различных статистических методов. Анализ ВСР используется в спортивной и космической медицине, а также в диагностике и мониторинге различных заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых заболеваний, стресса и депрессии.

### **Физиологическое «спортивное сердце»**

Физиологические изменения сердца у спортсменов и основные клинические проявления.

Впервые термин «спортивное сердце» ввел в клинику Г.Ф. Ланг. Он выделял физиологическое и патологическое «спортивное сердце» (но указывал, что определить их различия очень трудно). Регулярные занятия физическими упражнениями оказывают существенное влияние на структуру, функцию, обмен и регуляцию деятельности сердца. Обращаем внимание, что тема «спортивного сердца» (как физиологического, так и патологического) подробно разбирается также на наших курсах повышения квалификации по кардиологии, терапии и функциональной диагностике. К физиологическим изменениям сердца у спортсменов относятся:

1. Гипертрофия сердца (чаще всего симметричная; в ряде случаев – гипертрофия выводящих путей именно левого желудочка (ЛЖ)).

2. Дилатация полостей сердца (увеличение размеров и полости желудочков (чаще всего левого, без изменения конечного диастолического давления), что вызывает резкое увеличение ударного объема сердца во время систолы (по закону Старлинга).

Сочетание разной степени гипертрофии сердца и дилатации полостей отражает разные пути адаптации сердца, что зависит:

- от направленности тренировочного процесса (сила, скорость, выносливость);

- от режима тренировки;

- от индивидуальных особенностей организма;

- от темпов наращивания нагрузки.

Для формирования спортивного сердца необходимы занятия по 3–5 часов в день (минимум 3 раза в неделю) в течение 2-х лет.

Рассмотрим основные виды физических нагрузок:

1. Динамические (на выносливость):

- резко повышается потребление кислорода: до 40 мл/кг/мин;

- резко увеличивается ударный объем (УО): до 115 мл;

- резко увеличивается частота сердечных сокращений (ЧСС): до 200 уд/мин;

- повышается систолическое артериальное давление (АД) и снижается диастолическое АД: 200/50 мм. рт. ст.

2. Силовые (анаэробные):

- умеренное увеличение потребления кислорода: до 20 мл/кг/мин;

- умеренное повышение УО;

- умеренное увеличение ЧСС: до 125 уд/мин;

- резкое повышение систолического и диастолического АД: 225/100 мм.рт.ст.

По гипотезе Морганрота (1977 год) гипертрофия сердца может быть разной:

- эксцентрическая гипертрофия – пропорциональное увеличение диаметра полости и толщины стенок ЛЖ. Характерно для динамических нагрузок на выносливость;

- концентрическая гипертрофия – увеличение толщины стенок ЛЖ при нормальном размере полости ЛЖ. Характерно для силовых нагрузок.

***Как клинически проявляется синдром спортивного сердца?***

- Бессимптомно.

- Изменения на ЭКГ, требующие дифференциации с патологией.

- Основной метод диагностики – ЭХОКГ.

- Не требует лечения.

- НО! Требуется проведения дифференциальной диагностики с серьезными заболеваниями сердца.

Изменения на ЭКГ могут быть патологией для обычного человека и нормой для спортсмена; «динамика» на ЭКГ может быть связана с возрастом (взрослением) молодого спортсмена, а низкая встречаемость патологии у спортсменов не дает возможности накопить достаточно данных для прогностической значимости того или иного изменения на ЭКГ.

К отклонениям от нормы у ~80 % спортсменов (проявлениям физиологического спортивного сердца) относятся:

повышение вольтажности QRS (у 76%);  
синдром ранней реполяризации желудочков (СРРЖ);  
преобладание влияния вагуса, что проявляется синусовой брадикардией < 50/мин (у 90 %), АВ-блокадой I – II степени (10–33 %) с феноменом Венкебаха (постепенное удлинение PR).

### ***Синдром ранней реполяризации желудочков у спортсмена (СРРЖ)***

Присутствует у более 50% спортсменов, особенно мужчин.

С возрастом и после прекращения тренировок исчезает.

Возможный механизм влияния вагуса, ЧСС зависимый.

### ***Что делать, если появляется синдром ранней реполяризации желудочков (СРРЖ)?***

Важно дифференцировать его с синдромом Бругада.

Элевация ST > 2мм ненормальна даже для спортсмена.

В последнее время СРРЖ не считают столь «безобидным», но пока теория «нормы» преобладает.

Если в личном и/или семейном анамнезе есть синкопе, подозрения на аритмию СРРЖ требует дообследования (холтеровское мониторирование, ЭФИ).

Следует обратить внимание, что сочетание увеличения вольтажности QRS с СРРЖ может быть ранним маркером гипертрофической кардиомиопатии (ГКМП). Самой главной и самой частой причиной внезапной смерти у спортсменов является именно ГКМП. В этом случае необходимо обязательно провести ЭХОКГ, и, если ЭХОКГ в норме, разрешается участие в соревнованиях, но требуется последующий серийный контроль (раз в полгода – ЭКГ и ЭХОКГ).

Что касается преобладания влияния вагуса: синусовая брадикардия (ЧСС = 30 уд/мин и менее, особенно ночью, паузы (RR) до 3 с, АВ-блокада I–II степени, PQ = 300 мс, феномен Венкебаха – удлинение PR с каждым последующим комплексом). Такая ситуация не требует дообследования, у спортсменов это норма.

*Изолированное увеличение вольтажности QRS – норма для спортсмена.*

*СРРЖ – только в отведениях от нижней и боковой стенок; пока НОРМА, но дополнительно необходимо спросить про обмороки/аритмии в т. ч. у родственников.*

*Увеличение вольтажности QRS + СРРЖ – подозрение на ГКМП; необходимо поставить пациента на учет.*

*Синусовая брадикардия, АВ-блокада I степени, феномен Венкебаха (даже выраженные) НЕ требуют дообследования.*

Отклонения от нормы у <5 % спортсменов сопровождаются следующими признаками:

- глубокие зубцы Q;
- полные блокады ножек или неполная блокада левой ножки пучка Гиса (ЛНПГ);
- признаки гипертрофии предсердий или правого желудочка (ПЖ);

- инверсия зубца Т, особенно более 2 мм;
- депрессии ST;
- интервал QT (удлинение/укорочение);
- синдром Бругада;
- изменения при аритмогенной дисплазии правого желудочка (АДПЖ);
- WPW-синдром;
- экстрасистолия.

**Отрицательный Т-зубец в спорте** может быть первым признаком кардиопатии.

Отрицательные Т-зубцы  $\geq 1$  мм в любых отведениях кроме III, aVR, V1 требуют дальнейшего обследования.

Не требует дополнительного обследования отрицательный Т-зубец в V2-V3 у женщин моложе 25 лет.

Если при визуальных методах обследования патологии не выявляется (>90 %) диспансерное наблюдение ежегодно.

Если отрицательные Т-зубцы в нижних и боковых стенках – необходимо проведение МРТ (верхушечная ГКМП).

**WPW-синдром в спорте.** При выявлении WPW-синдрома на ЭКГ спортсмена необходимо провести дообследование:

- ЭФИ (провокация аритмий);
- ЭХОКГ – ГКМП, врожденные патологии сердца (ВПС): аномалия Эбштейна, пролапс митрального клапана.

При появлении аритмий нужно рассмотреть вопрос о прекращении спортивной карьеры либо направить пациента на абляцию дополнительных путей, в результате чего уже через 3 месяца (при отсутствии повторных проявлений WPW-синдрома или аритмий) разрешается занятие всеми видами спорта и участие в соревнованиях.

Что касается экстрасистолии, она выявляется у 1 % спортсменов на случайной ЭКГ.

Если экстрасистола суправентрикулярная (до 700 в сутки и при условии отсутствия у пациента симптомов), отказ от занятий спортом не требуется.

Если экстрасистола желудочковая, по типу блокады ЛНПГ, необходимо дообследование:

- ЭХОКГ;
- МРТ;
- кардиопульмональный тест;
- генотипирование;

Одной из больших проблем является также мерцательная аритмия (МА) у спортсменов.

**Мерцательная аритмия (МА) в спорте.** Причины возникновения (МА) у спортсменов.

40 % имеют «субстрат» для развития МА:

- WPW-синдром;
- кардиомиопатия;

- «бессимптомный» миокардит;
  - применение допинга (анаболики, диуретики,  $\beta$ -агонисты);
- Занятие спортом само по себе (без перечисленных выше «субстратов»)

также повышает вероятность развития МА.

Это связано с тем, что у спортсменов наблюдается:

- повышение тонуса вагуса;
- увеличение массы сердца;
- увеличение камер сердца.

Патофизиология развития МА в спорте.

Триггеры:

- спорт на выносливость;
- повышение тонуса вагуса;
- укорочение или дисперсия рефрактерного периода предсердий;
- фиброз предсердия;
- увеличение размеров левого предсердия.

Занятия спортом с МА при отсутствии заболевания сердца

Патология	Критерии эффективности лечения	Допуск к спорту	Наблюдение
МА/трепетание предсердий при WPW	РЧА обязательна. Если нет рецидива >3мес или (-) ЭФИ	Все виды	Ежегодно
МА/трепетание предсердий без WPW			
Пароксизм МА	Если нет рецидивов >3мес или (-)ЭФИ	Все виды	Ежегодно
Постоянная форма МА	Адекватная норме реакция ЧЖС на нагрузку	Индивидуально	Каждые 6мес
Трепетание предсердий	РЧА обязательна. Если нет рецидива >3мес или (-) ЭФИ	Все виды	Ежегодно

*Примечание.* РЧА – радиочастотная абляция; ЧЖС – частота желудочковых сокращений

В покое у тренированных спортсменов (на выносливость) сердце работает более экономно:

- урежение ЧСС до 60–40 в мин;
- удлинение диастолы;
- увеличение периода напряжения;
- укорочение начальной скорости подъема внутрижелудочкового давления и периода изгнания;
- скорость кровотока уменьшается;
- АД – склонность к гипотонии;
- мощность сердечного сокращения велика.

При максимальной нагрузке у тренированных спортсменов (на выносливость):

- ЧСС увеличивается до 200–230 в мин;
- САД увеличивается до 200–230 мм. рт. ст.;
- систолический объем увеличивается до 150 мл;

- минутный объем крови увеличивается до 5–5,5 л;
- увеличивается утилизация из крови свободных, жирных кислот, лактата и гликогена, кислорода.

Экстракардиальные факторы:

- эффективное перераспределение крови;
- расширение сосудистого русла;
- развитие коллатералей работающих мышц;
- снижение периферического сопротивления.

*МА развивается в 5 раз чаще у спортсменов (занимающихся спортом на выносливость), чем в общей популяции.*

*Касается профессионалов, тренирующихся почти каждый день десятилетиями.*

*Несмотря на МА, продолжительность жизни у большинства спортсменов выше.*

*Лечение МА у спортсменов = лечение у НЕспортсменов.*

*Ограничение спортивных нагрузок все-таки желательно.*

### **ПРОБА МАРТИНЕ – КУШЕЛЕВСКОГО**

Пробу Мартине – Кушелевского проводят при массовых профилактических осмотрах, этапном врачебном контроле физкультурников и спортсменов массовых разрядов, а также в группах здоровья и ЛФК.

Методика проведения: в состоянии покоя определяют частоту сердечных сокращений (по 10-секундным отрезкам) и измеряют артериальное давление. Затем обследуемый выполняет 20 глубоких приседаний за 30 с с вытянутыми вперед руками. После выполнения нагрузки обследуемый садится и у него в течение каждой из 3 минут восстановительного периода регистрируются показатели пульса за первые и последние 10 с, а в промежутке между 11 и 49 с измеряется артериальное давление.

Оценивают пробу по приросту пульса (П) и пульсового давления (ПД), а также по характеру и времени восстановления. В норме прирост пульса и пульсового давления должен быть синхронным и составляет 25–80 %, время восстановления не более 3 минут. Прирост пульса и пульсового давления определяют по формуле:

$$\text{Прирост П} = \frac{\text{П}_2 - \text{П}_1}{\text{П}_1} \times 100 \%,$$

где  $\text{П}_1$  – пульс до нагрузки (за 10 с);

$\text{П}_2$  – пульс за первые 10 с первой минуты восстановления.

$$\text{Прирост ПД} = \frac{\text{ПД}_2 - \text{ПД}_1}{\text{ПД}_1} \times 100 \%,$$

где  $\text{ПД}_1$  – пульсовое давление до нагрузки;

$\text{ПД}_2$  – пульсовое давление на первой минуте восстановления.

В приложениях 1 и 2 приведены проценты прироста пульса и пульсового давления на 1-й минуте восстановления после выполнения физической нагрузки.

В таблице приведены реакции сердечно-сосудистой системы на данную пробу.

Оценку пробы по изменению пульса и артериального давления можно проводить путем расчета показателя качества реакции (ПКР) сердечно-сосудистой системы на нагрузку.

$$\text{ПКР} = \frac{\text{ПД}_2 - \text{ПД}_1}{\text{П}_2 - \text{П}_1},$$

где ПД<sub>1</sub> – пульсовое давление до нагрузки;

ПД<sub>2</sub> – пульсовое давление на первой минуте восстановления;

П<sub>1</sub> – пульс до нагрузки (за мин.);

П<sub>2</sub> – пульс на первой минуте восстановления (за мин.).

Таблица – Реакции сердечно-сосудистой системы на пробу Мартине – Кушелевского

Оценка реакции	Пульс			Давление			Время восстановления пульса и АД, мин
	в покое (10 с)	после пробы (за 1-е 10 с)	прирост, %	ДАД	САД	ПД	
Благоприятная	10–12	15–18	25–50	От +10 до +20	–20	↑	1–2
Допустимая	13–15	20–23	51–75	От +25 до +40	–10–20	↑	2–4
Неблагоприятная	>15	Слабая аритмия 30–35	≥80	↓ или не изменяется	↑ или не изменяется	↓	≥5

Нормальное значение ПКР составляет от 0,5 до 1,0. Отклонения в ту или иную сторону расценивают как признак ухудшения функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

### **ПРОБА КОТОВА – ДЕШИНА**

Пробу Котова – Дешина применяют обычно в видах спорта, тренирующих качество выносливости.

Методика проведения: в состоянии покоя определяют пульс (по 10-секундным отрезкам) и измеряют артериальное давление. Затем обследуемый выполняет нагрузку в виде 3-минутного бега на месте в темпе 180 шагов в минуту с высоким подниманием бедра. Для женщин и для детей данная проба проводится 2 минуты. После выполнения нагрузки обследуемый садится и у него в течение каждой из 5 минут восстановительного периода

регистрируются показатели пульса за первые и последние 10 с, а в промежутке между 11 и 49 с измеряется артериальное давление.

Оценивают пробу по приросту пульса и пульсового давления (ПД), а также по характеру и времени восстановления. В норме прирост пульса и пульсового давления должен быть синхронным и составляет 100–120 %, время восстановления не более 5 минут.

### **ПРОБА РУФЬЕ**

Пробу Руфье используют для оценки адаптации сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке, а также применяют как простой и косвенный метод для определения физической работоспособности.

Методика проведения: у испытуемого, находящегося в течение 5 минут в положении сидя, определяют пульс за 15 с ( $P_1$ ). Затем испытуемый выполняет нагрузку в виде 30 приседаний за 45 с. После нагрузки садится и у него вновь подсчитывают пульс за первые 15 с ( $P_2$ ) и последние 15 с ( $P_3$ ) первой минуты восстановления. Оценивают физическую работоспособность по индексу Руфье (ИР).

$$\text{ИР}^* = \frac{(P_1 + P_2 + P_3) \times 4 - 200}{10},$$

где \* – все значения пульса за 15 с

$P_1$  – пульс за 15 с в покое;

$P_2$  – пульс за первые 15 с первой минуты восстановления;

$P_3$  – пульс за последние 15 с первой минуты восстановления.

Оценка результатов по индексу Руфье:

Индекс  $<0$  – очень хорошая адаптация;

0–5 – хорошая адаптация;

5–10 – средняя адаптация;

10–15 – недостаточная адаптация;

$>15$  – плохая адаптация.

$$\text{ИРД}^{**} = \frac{(P_2 - 70) + (P_3 - P_1)}{10},$$

где \*\* – все значения пульса за 1 минуту.

Оценка результатов по индексу Руфье – Диксона:

Индекс  $<0$  – отличная адаптация;

0–2 – очень хорошая адаптация;

2–4 – хорошая адаптация;

4–6 – средняя адаптация;

6–8 – низкая адаптация;

8–10 – очень низкая адаптация;

$>10$  – плохая адаптация.

## **ПРОБА С. П. ЛЕТУНОВА**

В 1937 году С. П. Летунов ввел в практику спортивной медицины трехмоментную комбинированную пробу для изучения адаптации организма спортсмена к скоростной работе и к работе на выносливость. Благодаря своей простоте и информативности проба широко использовалась в спортивной практике.

Методика проведения: у обследуемого в состоянии покоя сидя (после 5 мин отдыха) измеряют показатели пульса и артериального давления (до получения стабильных цифр). Затем испытуемый выполняет три нагрузки:

- 1) 20 приседаний за 30 с;
- 2) 15-секундный бег на месте, выполняемый в максимальном темпе;
- 3) 3-минутный бег на месте в темпе 180 шагов в минуту с высоким подниманием бедра.

Первая нагрузка в пробе Летунова является своего рода разминкой перед выполнением более напряженной мышечной работы. Вторая нагрузка имитирует скоростной бег. Третья – работу, выполнение которой связано с тренировкой выносливости.

В интервалах отдыха между нагрузками вновь регистрируются пульс и артериальное давление: 3 мин после первой нагрузки, 4 мин – после второй, 5 мин – после третьей. Пульс определяют за первые и последние 10 с каждой минуты, артериальное давление измеряют с 11 по 49 с. Оценка результатов пробы в основном качественная. Она ведется путем определения типов реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку.

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

При выполнении физической нагрузки в норме происходят однонаправленные изменения артериального давления и пульса. Артериальное давление реагирует на нагрузку повышением максимального давления, так как уменьшается периферическое сопротивление вследствие расширения артериол, что обеспечивает доступ большего количества крови к работающим мышцам. Соответственно повышается пульсовое давление, что косвенно свидетельствует об увеличении ударного объема сердца, учащается пульс. Все эти изменения возвращаются к исходным данным в течение 3–5 минут после прекращения нагрузок, причем чем быстрее это происходит, тем лучше функция сердечно-сосудистой системы.

Разные величины сдвигов гемодинамических показателей и длительность восстановления до исходных цифр зависят не только от интенсивности применяемой функциональной пробы, но и от физиической подготовленности обследуемого.

Реакция пульса и артериального давления на физическую нагрузку у спортсменов могут быть различными.

1. Нормотоническая реакция. У хорошо тренированных спортсменов чаще всего отмечается нормотонический тип реакции на пробу, который выражается в том, что под влиянием каждой нагрузки отмечается в различной степени выраженное учащение пульса. Показатели пульса в первые 10 с после

первой нагрузки достигают примерно 100 уд/мин, а после второй и третьей – 125–140 уд/мин. При данном типе реакции на все виды нагрузок повышается систолическое давление и понижается диастолическое. Эти изменения в ответ на 20 приседаний невелики, на 15-секундный и 3-минутный бег достаточно выражены. Важным критерием нормотонической реакции является быстрое восстановление пульса и артериального давления до уровня покоя: после первой нагрузки – на 2-й, после 2-й нагрузки – на 3-й, после 3-й нагрузки – на 4-й мин восстановительного периода. Замедленное восстановление вышеприведенных показателей может указывать на недостаточную тренированность.

Помимо нормотонической встречаются еще четыре типа реакций: гипотоническая, гипертоническая, реакция со ступенчатым подъемом систолического давления и дистоническая. Эти типы реакций относятся к атипичным.

2. Гипотоническая реакция характеризуется значительным учащением пульса (до 170–190 уд/мин на 2-ю и 3-ю нагрузки) при незначительном повышении или даже снижении максимального давления; минимальное давление обычно не изменяется, и, следовательно, пульсовое давление если и увеличивается, то незначительно. Время восстановления замедлено. Эта реакция свидетельствует о том, что повышение функции кровообращения, обусловленное физической нагрузкой, обеспечивается не увеличением ударного объема, а учащением частоты сердечных сокращений. Очевидно, что изменение пульса не соответствует изменениям пульсового давления. Такая реакция наблюдается у спортсменов после перенесенных заболеваний (в фазе реконвалесценции), в состоянии перетренированности, перенапряжения.

3. Гипертоническая реакция заключается в значительном увеличении максимального давления (до 180–220 мм. рт. ст.), частоты пульса и некоторым повышением минимального давления. Таким образом, пульсовое давление несколько повышается, что не следует расценивать как увеличение ударного объема, поскольку в основе этой реакции лежит повышение периферического сопротивления, т. е. спазм артериол вместо их расширения. Время восстановления после этой реакции замедлено. Этот тип реакции наблюдается у лиц, страдающих гипертонической болезнью или склонных к так называемым прессорным реакциям, вследствие чего артериолы сужаются, вместо того чтобы расширяться. Такая реакция нередко отмечается у спортсменов при физическом перенапряжении.

4. Реакция со ступенчатым подъемом максимального (систолического) давления проявляется в выраженном учащении пульса, при этом максимальное давление, измеренное непосредственно после физической нагрузки, ниже, чем на 2–3-й минуте восстановления. Такая реакция обычно наблюдается после скоростных нагрузок при замедленной скорости вработывания. При этой реакции выявляется неспособность организма достаточно быстро обеспечить перераспределение крови, которое требуется для работы мышц. Ступенчатая реакция отмечается у спортсменов при переутомлении и обычно сопровождается жалобами на боли и тяжесть в ногах после физической нагрузки, быструю

утомляемость и т. п. Данная реакция может быть временным явлением, исчезающим при соответствующем изменении режима тренировки.

5. Дистоническая реакция характеризуется тем, что при значительном учащении пульса и существенном повышении максимального давления минимальное давление доходит до нулевой отметки, точнее не определяется. Данное явление носит название «феномен бесконечного тона». Тон этот является следствием звучания стенок сосудов, тонус которых изменяется под влиянием каких-либо факторов. Феномен бесконечного тона иногда наблюдается у лиц, перенесших инфекционное заболевание, при переутомлении.

В норме этот феномен встречается у подростков и юношей и реже у лиц среднего возраста. Он может выслушиваться у здоровых спортсменов после очень тяжелой или продолжительной мышечной работы, а также при перетренированности или после принятия алкоголя.

Решение вопроса о том, физиологический ли это тон или следствие патологии, решается индивидуально в каждом конкретном случае. Если он сохраняется после обычной функциональной пробы не более 1–2 мин, то его можно считать физиологическим. Более длительное сохранение бесконечного тона требует врачебного наблюдения за спортсменом для выявления причин его возникновения.

Таблица – Изменения пульса и АД при разных типах реакции сердечно-сосудистой системы на пробу С.П. Летунова

Типы реакции ССС	Состояние гемодинамических показателей				
	пульс	САД	ДАД	ПД	время восстановления
<i>Нормотонический тип реакции</i>					
После 1-й нагрузки	Возрастает на 60–80 %	Повышается на 15–30 %	Снижается на 10–35 %	Повышается на 60–80 %	До 3 мин
После 2-й нагрузки	Возрастает на 80–100 %	Повышается адекватно	Снижается на 10–35 %	Повышается на 80–100 %	До 4 мин
После 3-й нагрузки	Возрастает на 100–120 %	Повышается адекватно	Снижается на 10–35 %	Повышается на 100–120 %	До 5 мин
<i>Атипичные типы реакции</i>					
Гипотонический	Резко возрастает на 120–150 %	Значимые изменения отсутствуют	Значимые изменения отсутствуют	Значимые изменения отсутствуют (+12–25 %)	Резко увеличено
Гипертонический	Резко возрастает	Резко повышается (до 200–220)	Не изменяется или повышается	Резко повышается (за счет подъема САД)	Резко увеличено
Со ступенчатым подъемом САД	Резко возрастает	Повторно повышается на 2–3 мин	Значимые изменения отсутствуют	Повышается (за счет подъема САД)	Увеличено
Дистонический	Умеренно возрастает	Умеренно повышается	Снижается до 0	Не определяется	Увеличено

Важнейшее значение имеет анализ восстановительного периода после выполнения функциональной пробы. Без него нельзя дать оценку функциональному состоянию сердечно-сосудистой системы. Чем быстрее восстанавливаются до исходных цифр гемодинамические показатели, тем выше функциональное состояние сердечно-сосудистой системы обследуемого. Поэтому помимо оценки изменений пульса и артериального давления непосредственно после выполнения физической нагрузки важно учитывать длительность восстановительного периода.

#### *Список рекомендуемой литературы*

1. Козлов, В. И. Анатомия сердечно-сосудистой системы : учеб. пособие / В. И. Козлов. – М: Практ. медицина, 2013. – 192 с.
2. Проводящая система сердца у детей: структурные особенности и роль в формировании нарушений ритма сердца / Т. К. Кручина, Е. С. Васичкина, Д. Ф. Егоров, Б. А. Татарский. // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2011. – № 6. – С. 30–36.
3. Яковлев В. Б. Диагностика и лечение нарушений ритма сердца : пособие / В. Б. Яковлев, А. С. Макаренко, К. И. Капитонов. – М.: БИНОМ, 2003. – 168 с.
4. Мониторинг риска кардиоваскулярных катастроф у спортсменов на основе прецизионных методов функциональной диагностики : метод. рекомендации / Л. Н. Цехмистро [и др.] ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2022. – 22 с.
5. Курдыбайло, С. Ф. Врачебный контроль в адаптивной физической культуре : учеб. пособие / С. Ф. Курдыбайло, С. П. Евсеев, Г. В. Герасимова ; под ред. С. Ф. Курдыбайло. – М. : Совет. спорт, 2004. – 184 с.

## **Раздел 4. НЕРВНАЯ СИСТЕМА**

Нервная система человека (НС) – сложная, высокоорганизованная сеть структур нервной ткани, пронизывающая весь организм человека и объединяющая его в единое целое. Она представляет собой совокупность анатомически и функционально взаимосвязанных нервных клеток (нейронов) и глиальных клеток, которая регулирует и координирует практически все функции организма, обеспечивает его взаимодействие с окружающей средой, а также формирует основу психической деятельности.

Нервная система человека выполняет три основные функции: получение, обработка и передача информации. Она воспринимает раздражители из внешней и внутренней среды (сенсорная функция), анализирует эту информацию (интегративная функция) и генерирует ответные реакции, управляя мышцами и железами (моторная функция). Кроме того, нервная система тесно взаимодействует с эндокринной и иммунной системами, обеспечивая

гомеостаз и адаптацию организма к изменяющимся условиям. Высшие функции нервной системы, такие как сознание, память, мышление и речь, лежат в основе социального поведения человека.

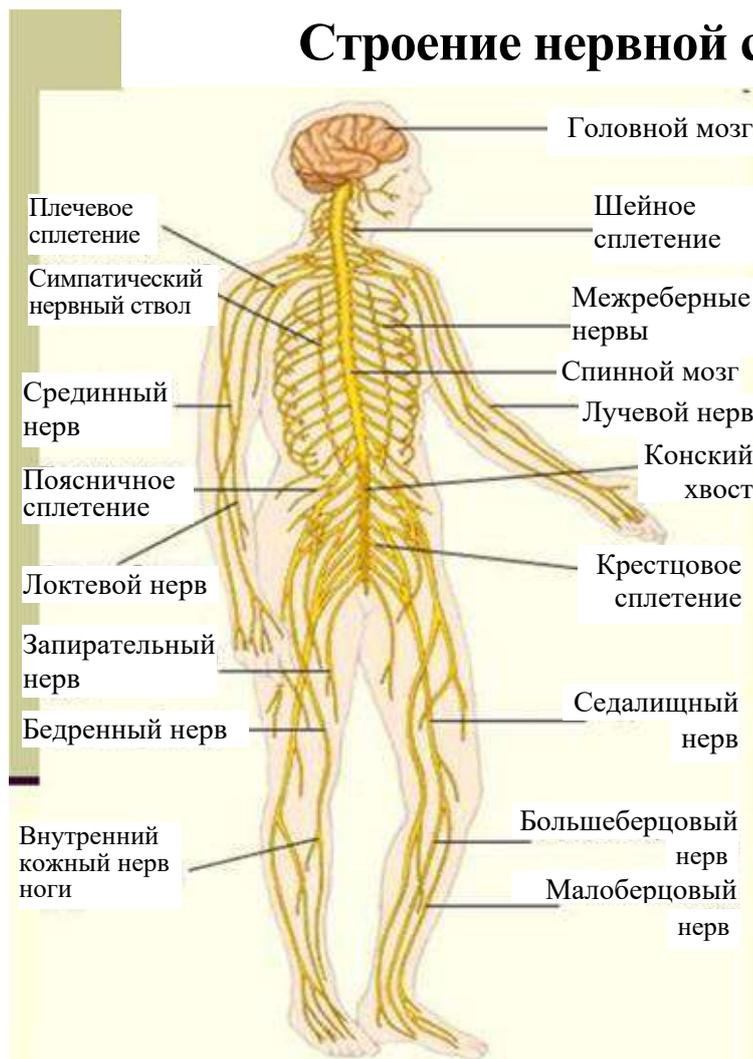
Все разнообразие значений нервной системы вытекает из ее свойств.

Возбудимость, раздражимость и проводимость характеризуются как функции времени, то есть это процесс, возникающий от раздражения до проявления ответной деятельности органа. Согласно электрической теории распространения нервного импульса в нервном волокне, он распространяется за счет перехода локальных очагов возбуждения на соседние неактивные области нервного волокна или процесса распространяющейся деполяризации потенциала действия, представляющего подобие электрического тока. В синапсах протекает другой – химический процесс, при котором развитие волны возбуждения-поляризации принадлежит медиатору ацетилхолину, то есть химической реакции.

Нервная система обладает свойством трансформации и генерации энергий внешней и внутренней среды и преобразования их в нервный процесс.

К особенно важному свойству нервной системы относится свойство мозга хранить информацию в процессе не только онто-, но и филогенеза.

## Строение нервной системы:



*центральная* – головной и спинной мозг;  
*периферическая* – все нервы и узлы, лежащие за пределами ЦНС

*соматическая* – регулирует работу скелетных мышц и органов чувств;  
*вегетативная* – регулирует работу внутренних органов и желез

Рисунок 28 – Строение нервной системы

**Центральная нервная система (ЦНС)** – основная часть нервной системы животных и человека, состоящая из нейронов, их отростков и вспомогательной глии; у беспозвоночных представлена системой тесно связанных между собой нервных узлов (ганглиев), у позвоночных животных (включая человека) – спинным и головным мозгом.

Главная и специфическая функция ЦНС – осуществление простых и сложных рефлексов. У человека и других высших животных низшие и средние отделы ЦНС – спинной мозг, продолговатый мозг, средний мозг, промежуточный мозг и мозжечок – регулируют деятельность отдельных органов и систем высокоорганизованного организма, осуществляют связь и взаимодействие между ними, обеспечивают единство организма и целостность его деятельности. Высший отдел ЦНС – кора больших полушарий головного мозга и ближайшие подкорковые образования – в основном регулирует связь и взаимоотношения организма как единого целого с окружающей средой.

**Периферическая нервная система** – условно выделяемая часть нервной системы, находящаяся за пределами головного и спинного мозга. Она состоит из черепных и спинальных нервов, а также нервов и сплетений вегетативной (автономной) нервной системы, соединяя центральную нервную систему с органами тела. В отличие от центральной нервной системы, периферическая нервная система не защищена костями или гематоэнцефалическим барьером, и может быть подвержена механическим повреждениям, также легче поддается действию токсинов.

Периферическую нервную систему классифицируют на соматическую нервную систему и вегетативную нервную систему; некоторые источники также добавляют сенсорную систему.

**Соматическая нервная система** (от греч. *σώμα* /*sóma*/) – тело) – часть нервной системы человека, представляющая собой совокупность афферентных (чувствительных) и эфферентных (двигательных) нервных волокон, иннервирующих процессы опорно-двигательной системы, кожу, суставы.

Соматическая система – это часть периферической нервной системы, которая занимается доставкой моторной (двигательной) и сенсорной (чувственной) информации до ЦНС и обратно. Данная система состоит из нервов, прикрепленных к коже, органов чувств и всех мышц скелета. Она отвечает за почти все сознательные движения мышц, а также за обработку сенсорной информации, поступающей через внешние раздражители: зрение, слух и осязание. Соматическая нервная система содержит два основных типа нейронов: сенсорные (афферентные) нейроны, которые поставляют информацию от нервных окончаний к ЦНС, и моторные нейроны, доставляющие через все тело информацию от головного и спинного мозга к тканям мышц.

Нейроны соматической нервной системы тянутся от ЦНС прямо к мускулам и рецепторам. Тело нейрона находится в ЦНС, а аксоны тянутся дальше, пока не достигают кожи, органов чувств или мышц. Электрохимические импульсы передвигаются через аксоны от головного к спинному

мозгу. Соматическая нервная система включает в себя также рефлекторные дуги, отвечающие за неосознанные действия (рефлексы). С помощью рефлекторных дуг мышцы двигаются без сигналов от головного мозга. Это случается тогда, когда нервные пути соединяются напрямую со спинным мозгом, не затрагивая при этом головной мозг. Некоторые примеры действия рефлекторных дуг: вы быстро отрываете руку от горячей кастрюли или неосознанно поднимаете ногу, когда доктор бьет вас по коленке.

Соматическая нервная система состоит из двух частей:

– спинномозговые нервы – это периферические нервы, которые передают сенсорную информацию в спинной мозг и моторные команды из спинного мозга;

– черепные нервы – это нервные волокна, которые несут информацию в ствол мозга и из него. Они иннервируют нос, глаза, мышцы глаз, рот, язык, уши, лицо, шею, плечи и передают информацию от органов зрения, слуха, обоняния, вкуса и вестибулярного аппарата.

К соматической нервной системе отнесены 12 пар черепно-мозговых нервов, отходящих от головного мозга, и 31 пара спинномозговых нервов, имеющих многочисленные ответвления. Это нервы с преимущественно соматической иннервацией.

**Вегетативная нервная система (ВНС)** (от лат. vegetatio – возбуждение, от лат. vegetativus – растительный) – часть нервной системы организма, комплекс центральных и периферических клеточных структур, регулирующих функциональный уровень организма, необходимый для адекватной реакции всех его систем.

Вегетативная нервная система регулирует деятельность внутренних органов, желез внутренней и внешней секреции, кровеносных и лимфатических сосудов, гладкой и отчасти поперечно-полосатой мышечной ткани. Играет ведущую роль в поддержании постоянства внутренней среды организма и в приспособительных реакциях всех позвоночных.

Анатомически и функционально вегетативная нервная система подразделяется на симпатическую, парасимпатическую и метасимпатическую. Симпатические и парасимпатические центры находятся под контролем коры больших полушарий и гипоталамических центров.

#### ***Роль симпатического и парасимпатического отделов***

Симпатическая нервная система активируется при стрессовых реакциях. Для нее характерно генерализованное влияние, при этом симпатические волокна иннервируют подавляющее большинство органов.

Известно, что парасимпатическая стимуляция одних органов оказывает тормозное действие, а других – возбуждающее действие. В большинстве случаев действие парасимпатической и симпатической систем противоположно.

#### ***Влияние симпатического отдела:***

На сердце – повышает частоту и силу сокращений сердца.

На артерии – сужает артерии большинства органов, расширяет артерии скелетных мышц.

На кишечник – угнетает перистальтику кишечника и выработку пищеварительных ферментов.

На слюнные железы – угнетает слюноотделение.

На мочевой пузырь – расслабляет мочевой пузырь.

На бронхи и дыхание – расширяет бронхи и бронхиолы, усиливает вентиляцию легких.

На зрачок – расширяет зрачки.

**Влияние парасимпатического отдела:**

На сердце – уменьшает частоту и силу сокращений сердца;

На артерии – не влияет в большинстве органов, вызывает расширение артерий половых органов и мозга, сужение коронарных артерий и артерий легких;

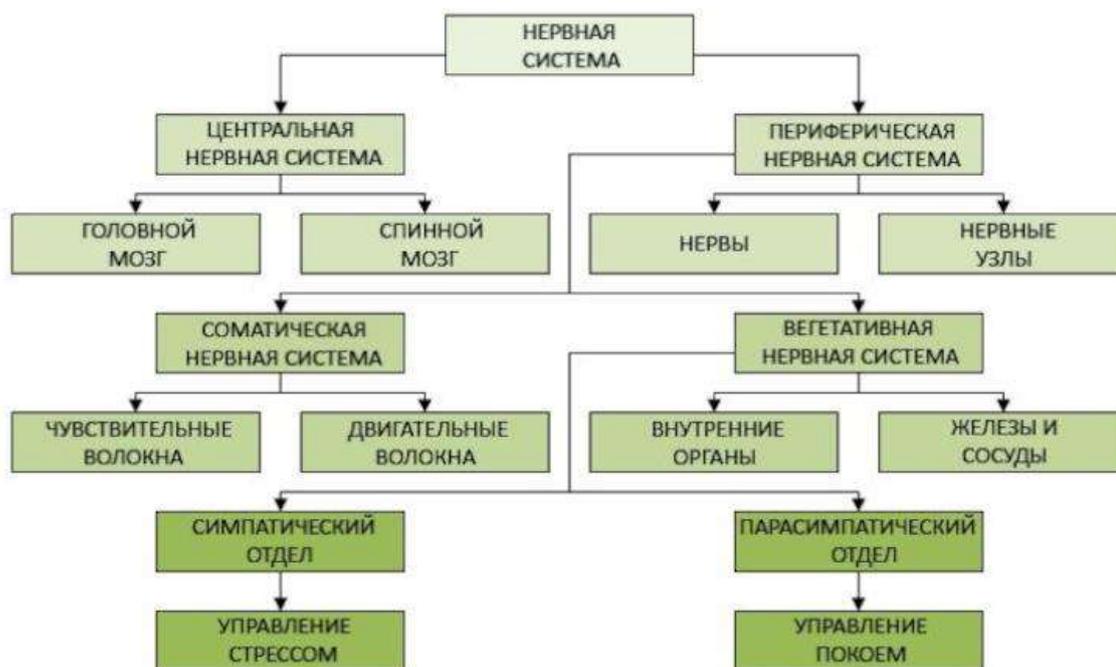
На кишечник – усиливает перистальтику кишечника и стимулирует выработку пищеварительных ферментов;

На слюнные железы – стимулирует слюноотделение;

На мочевой пузырь – сокращает мочевой пузырь;

На бронхи и дыхание – сужает бронхи и бронхиолы, уменьшает вентиляцию легких;

На зрачок – сужает зрачки.



**Рисунок 29 – Отделы нервной системы**

Спорт оказывает влияние на нервную систему, как положительное, так и отрицательное.

**Положительное влияние:**

1. Повышение выносливости и устойчивости к стрессу: спорт, особенно физические упражнения, помогают тренировать нервную систему, делая ее более адаптированной к нагрузкам и стрессам.

2. Улучшение настроения и снижение тревожности: тренировки способствуют выработке эндорфинов, которые снижают боль и стресс, улучшая настроение и повышая общий жизненный тонус.

3. Повышение концентрации внимания и памяти: некоторые виды спорта, например, плавание, могут улучшить концентрацию внимания и даже развитие гиппокампа, который отвечает за долгосрочную память.

4. Развитие координации движений: спорт, в целом, тренирует и нервную систему, улучшая координацию движений.

5. Улучшение качества сна: физические упражнения могут способствовать более крепкому и здоровому сну.

#### ***Отрицательное влияние:***

1. Перетренированность: если перегружать нервную систему тренировками, может развиться перетренированность, которая проявляется в виде усталости, раздражительности и снижения производительности.

2. Стресс: во время интенсивных тренировок или соревнований нервная система может испытывать стресс, что может влиять на общее состояние организма.

3. Повреждения нервов: в некоторых видах спорта возможно повреждение нервов, что требует специального лечения и реабилитации.

От функционального состояния (ФС) нервной системы и нервно-мышечного аппарата (НМА) зависит работоспособность человека. Под влиянием систематических занятий физкультурой и спортом происходит совершенствование функций НС и НМА, что является важным фактором в тренированности. Поэтому так важно уметь оценивать степень готовности этих систем к выполнению физических нагрузок. Для этого используются следующие группы методов:

#### 1. Методы клинического обследования:

- 1) сбор анамнеза,
- 2) исследование состояния 12 пар черепно-мозговых нервов (ЧМН),
- 3) исследование координационной функции НС,
- 4) исследование сухожильных рефлексов,
- 5) исследование ФС анализаторов,
- 6) исследование ФС вегетативной нервной системы (ВНС).

#### 2. Инструментальные методы исследования:

1) ЭЭГ (регистрация биотоков мозга) – позволяет уточнить характер и локализацию поражений после травм головного мозга и их последствий, а также изучить ФС ЦНС (альфа- и бета-ритмы, амплитуда и частота);

2) электромиография;

3) миотонометрия;

4) динамометрия;

5) исследование электрической чувствительности глаза – позволяет определить степень утомления ЦНС после тренировки, а также можно использовать при оценке восстановительного периода;

6) исследование состояния ЧМН.

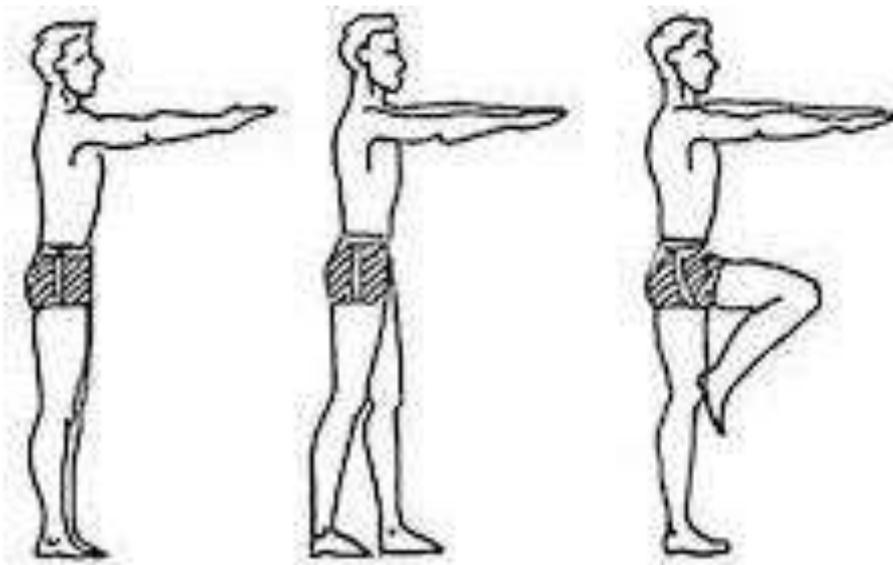
В спортивной медицине наиболее тщательно исследуют зрительный, глазодвигательный, тройничный, лицевой и слуховой нервы, т.к. у спортсменов, перенесших закрытую черепно-мозговую травму (ЗЧМТ) чаще всего наблюдаются отклонения от нормы со стороны указанных нервов. Для исследования каждой из 12 пар ЧМН есть свои методические приемы. Так, для исследования глазодвигательного нерва, обследуемого просят посмотреть, не двигая головой, вверх, вниз, вправо, влево, затем на постепенно приближаемый к его носу палец исследуемого. Для проверки функции лицевого нерва просят обследуемого поднять или нахмурить брови, открыть и закрыть глаза, надуть щеки, оскалить зубы и др. Для исследования функции подъязычного нерва, исследуемого просят высунуть язык. Систематическое исследование состояния 12 пар ЧМН особенно важно в тех видах спорта, где велика опасность травм головы (бокс, футбол, мото-, велоспорт и др.). Здесь необходим особенно тщательный систематический неврологический контроль.

### ***Исследование координационной функции НС***

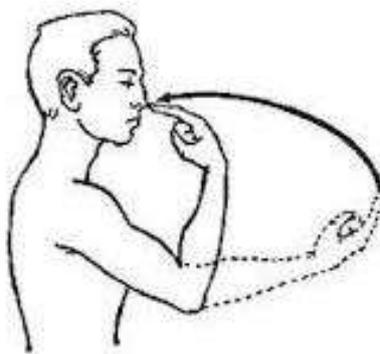
Данная функция определяется слаженностью работы коры головного мозга (КГМ), подкорковых образований, мозжечка, вестибулярного и двигательного анализатора. Систематические занятия физкультурой и спортом совершенствуют координационную функцию НС. В результате заболеваний, травм, переутомления может развиваться динамическая атаксия (расстройство координации движений) или статическая атаксия (невозможность удерживать равновесие в состоянии покоя). Для оценки статической координации используется **проба Ромберга** (простая и усложненная). При проведении простой пробы Ромберга испытуемый стоит, вытянув руки вперед, раздвинув пальцы, закрыв глаза. На нарушение координационной функции указывают покачивание, потеря равновесия, дрожание пальцев рук, век. При проведении усложненной пробы Ромберга испытуемый стоит на одной ноге, касаясь пяткой другой ноги коленного сустава опорной. Статическая координация оценивается как хорошая если испытуемый удерживает позу, не покачиваясь, в течение >15 с. При этом отсутствует тремор пальцев рук и век. При удовлетворительной оценке допускается покачивание и небольшое дрожание пальцев рук и век. Поза удерживается в течение 15 с. Неудовлетворительная оценка дается при удержании позы <15 с. Для оценки динамической координации используются пальце-носовая, пальце-пальцевая и пяточно-коленная пробы.

**Пальценосовая проба** – это неврологический тест, используемый для оценки координации движений и точности. Обследуемый должен с закрытыми глазами коснуться указательным пальцем кончика носа. Промаживание и дрожание кисти говорит о нарушении динамической координации.

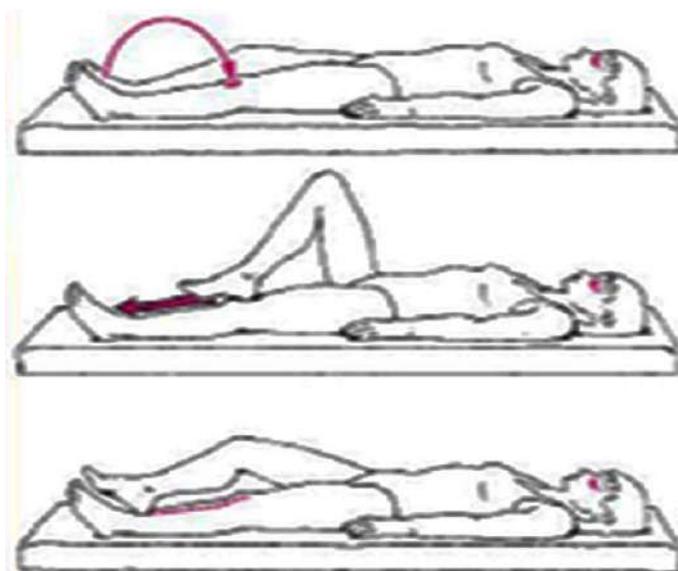
**Пяточно-коленная проба** – это неврологическая проба, используемая для оценки координации движений и функции мелкой моторики. В положении лежа испытуемый должен поставить пятку одной ноги на колено другой, а затем провести пяткой по передней поверхности голени.



*Рисунок 30 – Проба Ромберга*



*Рисунок 31 – Пальценосовая проба*



*Рисунок 32 – Пяточно-коленная проба*

**Пальце-пальцевая проба** – это метод неврологического обследования, используемый для оценки координации движений и состояния мозжечка. Испытуемый сидит; поочередно правой и левой рукой должен попасть указательным пальцем в указательный палец обследующего, расположенный перед ним на расстоянии вытянутой руки на уровне груди сначала с открытыми, затем с закрытыми глазами.

Изучение координационной функции НС до и после тренировок и соревнований позволяет установить степень утомления спортсмена. Расстройство координации движений говорит о переутомлении или даже о перетренированности или патологических изменениях в отдельных звеньях НС.

### ***Исследование рефлексов***

**Рефлекс** – это основа деятельности всей нервной системы. Рефлексы разделяются на безусловные (врожденные реакции организма на различные экстероцептивные и интероцептивные раздражения) и условные (новые временные связи, вырабатываемые на основе безусловных рефлексов в результате индивидуального опыта каждого человека).

В зависимости от участка вызывания рефлекса (рефлексогенной зоны) все безусловные рефлексы можно разделить на поверхностные, глубокие, дистантные и рефлексы внутренних органов. В свою очередь, поверхностные рефлексы разделяют на кожные и слизистые оболочки; глубокие – на сухожильные, периостальные и суставные; дистантные – на световые, слуховые и обонятельные.

Основное значение имеет исследование поверхностных и глубоких безусловных рефлексов. Из этих рефлексов, при обследовании спортсменов, рассмотрим те, которые отличаются постоянством.

При обследовании **брюшных рефлексов** для полного расслабления стенки живота спортсмену необходимо согнуть ноги в коленных суставах. Врач затупленной иглой или гусиным пером производит штриховое раздражение на 3—4 пальца выше пупка параллельно реберной дуге. В норме наблюдается сокращение брюшных мышц на соответствующей стороне.

При исследовании **подошвенного рефлекса** врач производит раздражение вдоль внутреннего или наружного края подошвы. В норме наблюдается сгибание пальцев стопы.

**Глубокие рефлексы** (коленный, ахиллова сухожилия, бицепса, трицепса) относятся к числу наиболее постоянных.

Сухожильный рефлекс – это ответная реакция на раздражение сухожилия. Исследование сухожильных рефлексов помогает оценить изменение ФС НС под воздействием физических нагрузок. Обычно исследуют сухожильные рефлексы двуглавой, трехглавой мышц, коленный и ахиллов рефлекс. Для этого в местах прикрепления соответствующих сухожилий ударяют специальным молоточком. Оценивается наличие рефлексов, их симметричность и степень живости (+ – низкие, ++ – средней живости, +++ – высокие).

При хорошем ФС НС спортсмена рефлексy средней живости после очень больших физических нагрузок могут быть резко снижены и даже временно отсутствовать. Выраженная ответная реакция говорит о повышенной возбудимости НС.

Коленный рефлекс (пателлярный рефлекс) – это рефлекс, который возникает при легком ударе по сухожилию четырехглавой мышцы бедра под надколенником. Это безусловный рефлекс, относящийся к группе рефлексов растяжения или стретч-рефлексов. Схема коленного рефлекса такова: сначала рецепторы, расположенные в сухожилии, передают сигнал чувствительным нейронам, тела которых находятся в спинномозговом ганглии. От них сигнал передается по двигательному нейрону, уже по их сигналу сокращается четырехглавая мышца бедра, и нога разгибается.



**Рисунок 33 – Схема коленного рефлекса**

При хроническом утомлении у спортсменов отмечается снижение сухожильных рефлексов, а при неврозах – усиление. При остеохондрозе, пояснично-крестцовом радикулите, невритах и других заболеваниях отмечается снижение или исчезновение рефлексов.

### **Исследование ФС анализаторов**

В процессе жизнедеятельности человек реагирует как на изменения внешней среды, так и на изменения в собственном организме. Важная роль в этом принадлежит органам чувств – сенсорным системам, или анализаторам, в которых осуществляется восприятие, анализ и синтез информации о явлениях, происходящих как в окружающей среде, так и в самом организме. У человека имеется 5 органов чувств: зрения, слуха и равновесия, обоняния, осязания, вкуса. У спортсменов изучается ФС кожного, двигательного, зрительного, слухового и вестибулярного анализаторов. Каждый анализатор включает:

- 1) рецептор, воспринимающий раздражение;
- 2) проводниковую систему (путь передачи сигнала);
- 3) корковый конец анализатора (определенную зону в коре головного мозга, где происходит анализ и синтез информации).

Для каждого анализатора есть свои методы исследования.

Для оценки ФС зрительного анализатора определяют:

- 1) остроту зрения;
- 2) поля зрения;
- 3) цветоощущение;
- 4) аккомодацию;
- 5) конвергенцию;
- 6) глазодвигательный и зрачковый рефлекс;
- 7) оценивают глазное дно.

*Исследования остроты зрения, цветоощущения, поля зрения.*

Острота зрения исследуется с помощью таблиц, удаленных от обследуемого на расстояние 5 м. Если он различает на таблице 10 рядов букв, то острота зрения равна единице, если же различаются только крупные буквы, 1-й ряд, то острота зрения составляет 0,1 и т. д.

Острота зрения имеет большое значение при отборе для занятий спортом.

Так, например, для прыгунов в воду, штангистов, боксеров, борцов при зрении –5 и ниже занятия спортом противопоказаны.

Цветоощущение исследуется с помощью набора цветных полосок бумаги. При травмах (поражениях) подкорковых зрительных центров и частично или полностью корковой зоны нарушается распознавание цветов, чаще красного и зеленого.

При нарушении цветоощущения противопоказаны авто- и велоспорт и многие другие виды спорта.

Поле зрения определяется периметром. Это металлическая дуга, прикрепленная к стойке и вращающаяся вокруг горизонтальной оси. Внутренняя поверхность дуги разделена на градусы (от нуля в центре до 90°). Отмеченное на дуге число градусов показывает границу поля зрения. Границы нормального поля зрения для белого цвета: внутренняя – 60°; нижняя – 70°; верхняя – 60°. 90° свидетельствует об отклонениях от нормы.

Оценка зрительного анализатора важна в игровых видах спорта, акробатике, спортивной гимнастике, прыжках на батуте, фехтовании и др.

В ряде видов спорта при регулярных тренировках, особенно в тех видах, где зрительному анализатору принадлежит ведущая роль (спортивные игры, фигурное катание, бокс, горнолыжный спорт, акробатика, батут и др.), поле зрения расширяется, совершенствуется глазодвигательный аппарат.

*Исследование слуха.* Острота слуха исследуется на расстоянии 5 м. Врач шепотом произносит слова и предлагает их повторить. В случае травмы или заболевания отмечается снижение слуха (неврит слухового нерва). Наиболее часто отмечается у боксеров, игроков в водное поло, стрелков и др.

*Слуховой анализатор* исследуют с помощью разговорной речи и речи, произносимой шепотом, камертона, а также методом аудиометрии. Расстояние в 5 м является нормальной границей слышимости речи, произносимой шепотом. Понижение слуха у спортсменов, сопровождающееся нарушением слуховой ориентации и как следствие этого – запоздалой реакцией на звуковой сигнал, может явиться причиной травмы и пр. Наиболее опасна она в спорте, особенно в боксе. У стрелков, игроков в водное поло и др. диагностируются неврит и травмы слухового нерва. Эти нарушения могут неблагоприятно сказаться на спортивной работоспособности.

Для оценки ФС *двигательного анализатора*, дающего информацию об изменении положения конечностей и всего тела в пространстве, определяют степень восприятия мышечно-суставных раздражений, поступающих из рецепторов, расположенных в мышцах, сухожилиях и надкостнице по ряду тестов:

- 1) определение точности воспроизведения заданных движений – сгибания конечностей под определенным углом;
- 2) оценка с закрытыми глазами усилий, прикладываемых к динамометру и др.

При регулярных занятиях активными физическими упражнениями кора головного мозга в силу пластичности ее деятельности влияет на функциональные изменения, направляя реакцию систем и координируя их деятельность: команда и показ упражнений воспринимаются слуховым и зрительным анализаторами, это раздражение переходит на кинестезические (двигательные) клетки, что и вызывает требуемое движение.

При определении точности воспроизведения заданных движений в пространстве используют кинематометр.

Двигательный анализатор связан с деятельностью различных его звеньев. Для оценки функционального состояния двигательного анализатора исследуется проприоцептивная чувствительность. С помощью кинематометра определяется точность воспроизведения заданных движений в пространстве. Исследование заключается в том, что спортсмен изменяет до определенного угла положение конечности, на которой укреплен кинематометр, а затем через 10 с повторяет данное движение – сначала с участием зрения, потом – с закрытыми глазами. Точность воспроизведения зависит от тренировки. Двигательный анализатор играет большую роль в таких видах спорта, как акробатика, прыжки в воду, спортивная гимнастика, батут, прыжки на лыжах и др.

Оценка ФС вестибулярного анализатора особенно важна у гимнастов, фигуристов, акробатов, прыгунов в воду, слаломистов и представителей других видов спорта, где необходимо чувство равновесия.

Вестибулярный анализатор представляет собой сложную функциональную систему, информирующую ЦНС о положении головы и тела в пространстве, о направлении и увеличении ускорения при поступательных и вращательных движениях, о вибрации тела. При занятиях спортом

деятельность этого анализатора совершенствуется. Нарушения его работы проявляются головокружением, тошнотой и рвотой, слюнотечением, потерей равновесия, возникающими во время упражнений, связанных с вращением туловища, наклонами головы и т. д.

Для оценки ФС вестибулярного анализатора используется ряд вращательных проб:

1. **Проба Яроцкого** – движения головой в одну сторону со скоростью 2 об/с. По времени, в течение которого обследуемый сохраняет равновесие, судят об устойчивости вестибулярного анализатора (в среднем 28 с не занимающиеся спортом и 90 и более секунд спортсмены).

2. **Проба Миньковского** 1 и 2. В течение 1 мин исследуемый производит по 10 наклонов головы вправо и влево. Глаза закрыты, затем, не открывая глаз и с наклоненной головой испытуемый быстро идет вперед. При повышенной возбудимости вестибулярного анализатора наблюдается толчок в сторону.

3. **Проба Воячека** и др.

Для оценки ФС слухового анализатора определяют остроту слуха на каждое ухо и локализацию звуковых раздражителей.

Для оценки ФС кожного анализатора определяют степень и симметричность восприятия болевых, температурных и тактильных раздражений. Нарушения в состоянии кожного анализатора проявляются в исчезновении восприятия болевых раздражений, его снижении или повышении, что может наблюдаться у спортсменов при воспалительных процессах периферических нервов и нервных сплетений (невритах и плекситах).

*Оценка функционального состояния вегетативной нервной системы*

ВНС регулирует функции всех внутренних органов и систем организма в зависимости от изменения условий внешней среды и условий в самом организме, регулирует процессы обмена веществ на клеточном уровне.

Выделяют 2 отдела ВНС, оказывающие противоположное воздействие на органы и ткани, но уравновешивающие друг друга. Это симпатическая нервная система (СНС) и парасимпатическая нервная система (ПНС). Для спортсменов характерно преобладание влияния ПНС в состоянии покоя, так как это обеспечивает экономизацию деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной и др. систем организма (ЧСС замедляется, ЧД несколько снижается, АД понижается). В то же время повышение тонуса СНС во время выполнения физических нагрузок и непосредственно после них способствует лучшей адаптации.

Для оценки ФС ВНС наиболее часто используются:

1. Определение дермографизма (Д.) (кожно-сосудистой реакции на проведение по коже тупым предметом).

**Дермографизм** (от греч. *derma* – кожа и *grapho* – пишу) – реакция сосудов кожи, выражающаяся в появлении красной (красный Д.) или белой (белый Д.) полосы на месте штрихового механического раздражения кожи. Д. наблюдается у каждого человека. Белый Д. появляется при

спазме, а выраженный красный – при расширении капилляров раздражаемой области. Кроме того, появление красного или белого Д. зависит от силы давления, с которым наносится раздражение. При небольшом штриховом раздражении через 5–20 с. появляется белый Д., при применении большего давления – красный. Д. используют для изучения состояния вегетативной нервной системы, осуществляющей иннервацию кровеносных сосудов. Если при слабом и при сильном нажиме появляется белый Д., это указывает на преобладание тонуса симпатической иннервации, если же появляется красный Д. – преобладание тонуса парасимпатической. В некоторых случаях (например, при истощении организма) Д. может совсем не появиться. Выяснение характера Д. важно для диагностики ряда заболеваний нервной и эндокринной систем.

## 2. Сердечно-сосудистые функциональные пробы:

а) **глазо-сердечная проба Ашнера** (также известная как окулокардиальный рефлекс) – это клинический тест, используемый для определения состояния вегетативной нервной системы, особенно ее парасимпатической части, влияющей на сердечный ритм. При надавливании на глазные яблоки происходит снижение частоты сердечных сокращений (ЧСС).

Как проводится проба:

Пациент должен лежать или сидеть, чтобы не создавать дополнительный стресс для организма. Осуществляется непрерывная регистрация ЭКГ для мониторинга сердечного ритма. Нежно надавливают на глазные яблоки в горизонтальной плоскости в течение 15 секунд. Наблюдается изменение ЧСС, которое может выражаться в урежении пульса.

Интерпретация результатов:

Нормальная реакция – снижение ЧСС на 4–8 ударов в минуту, а также замедление ритма сердца. Повышенная возбудимость парасимпатического отдела – более выраженное снижение ЧСС. Пониженная возбудимость парасимпатического отдела – незначительное или отсутствие изменения ЧСС.

б) **ортостатическая проба** – это метод диагностики, который оценивает реакции организма на смену положения тела (из горизонтального в вертикальное и обратно). Она позволяет выявить нарушения работы сердечно-сосудистой и вегетативной нервной систем, а также диагностировать ортостатическую гипотензию.

Ортостатические пробы дают важную информацию в тех видах спорта, для которых характерно изменение положения тела в пространстве (спортивная гимнастика, акробатика, прыжки в воду, прыжки с шестом, фристайл и т. д.) Во всех этих видах спорта ортостатическая устойчивость является необходимым условием спортивной работоспособности. Обычно под влиянием систематических тренировок ортостатическая устойчивость повышается, причем это касается всех спортсменов, а не только представителей тех видов спорта, в которых изменения положения тела являются обязательным элементом.

Ортостатические реакции организма спортсмена связаны с тем, что при переходе тела из горизонтального положения в вертикальное в нижней его половине депонируется значительное количество крови. В результате ухудшается венозный возврат крови к сердцу, и, следовательно, уменьшается выброс крови (на 20–30 %). Компенсация этого неблагоприятного воздействия осуществляется, главным образом, за счет увеличения ЧСС. Важная роль принадлежит и изменениям сосудистого тонуса. Если он снижен, то уменьшение венозного возврата может быть столь значительным, что при переходе в вертикальное положение может развиваться обморочное состояние в связи с резким ухудшением кровоснабжения мозга.

У спортсменов ортостатическая неустойчивость, связанная с понижением венозного тонуса, развивается крайне редко. Вместе с тем при проведении пассивной ортостатической пробы она может выявляться. Поэтому использование ортостатических проб для оценки функционального состояния организма спортсменов считается целесообразным.

Простая ортостатическая проба характеризует возбудимость симпатического отдела вегетативной нервной системы. Ее суть заключается в анализе изменений пульса в ответ на изменение положения тела при переходе из горизонтального в вертикальное. Показатели пульса определяют в положении лежа и по окончании первой минуты пребывания в вертикальном положении. Оценка результатов (Г.А. Макарова, 2003):

Оценка	Динамика пульса, уд/мин
Отлично	от 0 до +10
Хорошо	от +11 до +16
Удовлетворительно	от +17 до +22
Неудовлетворительно	более +22
Неудовлетворительно	от –2 до –5

При нормальной возбудимости симпатического отдела вегетативной нервной системы пульс увеличивается на 12–18 уд/мин, при повышенной возбудимости – более 18 уд/мин.

**в) клиностатическая проба** – помогает определить функциональное состояние парасимпатического отдела ВНС. После нахождения в вертикальном положении в течение пяти минут пациент принимает горизонтальное положение. ЧСС и АД оцениваются до и после принятия горизонтального положения.

Методика проведения: у испытуемого подсчитывают пульс в положении стоя за 15 с (после 5-минутной адаптации в положении стоя). Затем испытуемый ложится и у него опять определяют пульс в течение 15 с после смены положения тела.

Оценка результатов: при нормальной активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы при переходе из вертикального в горизонтальное положение пульс замедляется на 4–12 ударов в минуту. Урежение более чем на 12 ударов указывает на повышенную возбудимость парасимпатической иннервации.

### **Определение ФС нервно-мышечного аппарата (НМА)**

Систематические занятия спортом ведут к морфологическим и функциональным перестройкам НМА. Поэтому так важно диагностировать ФС НМА у спортсменов. Для этого используются следующие методы:

1) опрос (выясняют, нет ли подергиваний, судорог, мышечной слабости, нарушений чувствительности, не было ли травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата);

2) осмотр (обращают внимание на степень и пропорциональность развития мышц, наличие атрофии, проверяют объем движений в суставах);

3) пальпация (определяют тонус мышц, наличие инфильтрации, отечности, болезненности);

4) инструментальные методы исследования:

– *электромиография (ЭМГ)* — метод исследования функционирования скелетных мышц посредством регистрации их электрической активности – биотоков, биопотенциалов. Для записи ЭМГ используют электромиографы. Отведение мышечных биопотенциалов осуществляется с помощью поверхностных (накладных) или игольчатых (вкалываемых) электродов. При исследовании мышц конечностей чаще всего записывают электромиограммы с одноименных мышц обеих сторон. Сначала регистрируют ЭМ покоя при максимально расслабленном состоянии всей мышцы, а затем – при ее тоническом напряжении.

По ЭМГ можно на ранних этапах определить (и предупредить возникновение травм мышц и сухожилий) изменения биопотенциалов мышц, судить о функциональной способности нервно-мышечного аппарата, особенно мышц, наиболее загруженных в тренировке. По ЭМГ, в сочетании с биохимическими исследованиями (определение гистамина, мочевины в крови), можно определить ранние признаки неврозов (переутомление, перетренированность). Кроме того, множественной миографией определяют работу мышц в двигательном цикле (например, у гребцов, боксеров во время тестирования).

ЭМГ характеризует деятельность мышц, состояние периферического и центрального двигательного нейрона.

Анализ ЭМГ дается по амплитуде, форме, ритму, частоте колебаний потенциалов и других параметрах. Кроме того, при анализе ЭМГ определяют латентный период между подачей сигнала к сокращению мышц и появлением первых осцилляций на ЭМГ и латентный период исчезновения осцилляций после команды прекратить сокращения;

– *хронаксиметрия* – метод исследования возбудимости нервов в зависимости от времени действия раздражителя. Сначала определяется реобаза – сила тока, вызывающая пороговое сокращение, а затем – хронаксия. Хронаксия – это минимальное время прохождения тока силой в две реобазы, которое дает минимальное сокращение. Хронаксия исчисляется в сигмах (тысячных долях секунды).

В норме хронаксия различных мышц составляет 0,0001–0,001 с. Установлено, что проксимальные мышцы имеют меньшую хронаксию, чем

дистальные. Мышца и иннервирующий ее нерв имеют одинаковую хронаксию (изохронизм). Мышцы – синергисты имеют также одинаковую хронаксию. На верхних конечностях хронаксия мышц-сгибателей в два раза меньше хронаксии разгибателей, на нижних конечностях отмечается обратное соотношение.

У спортсменов резко снижается хронаксия мышц и может увеличиваться разница хронаксий (анизохронаксия) сгибателей и разгибателей при перетренировке (переутомлении), миозитах, паратенонитах икроножной мышцы и др.,

– мышечный тонус – это определенная степень наблюдаемого в норме напряжения мышц, которое поддерживается рефлекторно. Афферентную часть рефлекторной дуги образуют проводники мышечно-суставной чувствительности, несущие в спинной мозг импульсы от проприорецепторов мышц, суставов и сухожилий. Эфферентную часть составляет периферический двигательный нейрон. Кроме того, в регуляции мышечного тонуса участвуют мозжечок и экстрапирамидная система. Тонус мышц определяется тонусометром В.И. Дубровского и Е.И. Дерябина (1973) при спокойном состоянии (пластический тонус) и напряжении (контрактильный тонус).

Повышение мышечного тонуса носит название мышечной гипертонии (гипертонус), отсутствие изменения – атонии, снижение – гипотонии.

Повышение мышечного тонуса наблюдается при утомлении (особенно хроническом), при травмах и заболеваниях опорно-двигательного аппарата (ОДА) и других функциональных нарушениях. Понижение тонуса отмечается при длительном покое, отсутствии тренировок у спортсменов, после снятия гипсовых повязок и др.;

- миотометрия, используемая для исследования тонуса мышц;
- динамометрия, применяющаяся для определения силы мышц и т. д.).

Данные, полученные при исследовании НС и НМА у спортсменов, позволяют судить о степени воздействия нагрузок на эти системы и соответственно правильно их распределять. Поэтому преподавателю и тренеру необходимо уметь пользоваться простыми и доступными методами исследования НС и НМА у спортсменов.

### ***Диагностика заболеваний нервной системы***

При диагностике таких заболеваний оценивается сознание больного, состояние его интеллекта и рефлексов. Отдельные патологии удается определить по их симптоматическим проявлениям, но чаще всего для постановки точного диагноза необходимо проведение дополнительных исследований.

К ним относят компьютерную томографию; -магнитно-резонансную томографию; ангиографию; УЗИ; рентгенографию; электроэнцефалографию; люмбальную пункцию.

Лабораторные исследования включают биохимический и серологический анализы крови, бакпосев микроорганизмов на питательные среды.

При диагностике определенных патологиях нервной системы могут применяться цитологические и гистологические методы исследования.

Лечение каждого заболевания подбирается специалистом по строго индивидуальному плану. Основным методом терапии служим медикаментозное лечение, но хороший эффект дает применение физиопроцедур, массажа и лечебной гимнастики.

#### *Список рекомендуемой литературы*

1. Сапин, М. Р. Анатомия человека : учебник : в 3 т. / М. Р. Сапин, Г. Л. Билич. – 3-е изд., испр. и доп. – М: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – Т. 2. Анатомия внутренних органов. Анатомия нервной, сосудистой и эндокринной систем. – 496 с.

2. Периферическая нервная система : попул. энцикл. / гл. ред. В. И. Покровский. – М. : Медицинская энциклопедия., 1991 – 96 гг. – 560 с.

3. Первая медицинская помощь : попул. энцикл. / гл. ред. В. И. Покровский. – М. : Большая рос. энцикл., 1994. – 255 с.

4. Соматическая нервная система // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. – 3-е изд. – М., 1976. – Т. 24. Кн.1. – С. 174.

5. Гамза, Н. А. Функциональные пробы в спортивной медицине : пособие / Н. А. Гамза, Г. Р. Гринь, Т. В. Жукова ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2024. – 57 с.

6. Гамза, Н. А. Основы неврологического контроля в спортивной медицине : пособие / Н. А. Гамза, Г. Г. Тернова ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2008. – 27 с.

7. Усанова, А. А. Основы лечебной физкультуры и спортивной медицины : учеб. пособие / А. А. Усанова, О. И. Шепелева, Т. В. Горячева. – Ростов н/Д : Феникс, 2017. – 253 с.

8. Espinosa-Medina, O. Saha. The sacral autonomic outflow is sympathetic (англ.) / O. Saha Espinosa-Medina, F. Boismoreau, Z. Chettouh, F. Rossi // Science. – 2016. – Vol. 354, iss. 6314. – P. 893–897.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Раздел 1. ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ .....	5
Раздел 2. ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА.....	22
Раздел 3. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА .....	30
Раздел 4. НЕРВНАЯ СИСТЕМА .....	52

ДЛЯ ЗАМЕТОК

*Учебное издание*

**Цехмистро** Любовь Николаевна,  
**Зборовский** Константин Эдуардович

# **СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА**

Пособие

Корректор *В. А. Гошко*  
Компьютерная верстка *В. А. Гошко, В. С. Чепурной*

Подписано в печать 17.10.2025. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,35. Тираж 500 экз. Заказ 116.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования  
«Белорусский государственный университет физической культуры».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/153 от 24.01.2014.  
Пр. Победителей, 105, 220020, Минск.