

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физического воспитания и спорта

Г. В. НОВИК, К. К. БОНДАРЕНКО

ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ

**Учебно-методическое пособие
для студентов 2 курса лечебного,
и медико-диагностического факультетов
учреждений высшего медицинского образования**

В четырех частях

Часть 2

**Гомель
2019**

УДК 796.011.2(072)

ББК 75.1я73

Н 73

Рецензенты:

кандидат педагогических наук,
доцент Гомельского государственного университета имени Ф.Скорины

А.Е. Бондаренко;

кандидат педагогических наук,
доцент Гомельского государственного технического
университета имени П.О.Сухого

С.Л. Володкович

Новик, Г. В.

Н 73 Основы теоретического раздела по физической культуре: учеб.-метод.
пособие для студентов 2 курса лечебного и медико-диагностического
факультетов учреждений высшего медицинского образования: в 4 ч. /
Г.В. Новик, К. К. Бондаренко. — Гомель: учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет», 2019. — Ч.
2. — 40 с.

ISBN 978-985-588-122-4

Учебно-методическое пособие содержит методические рекомендации, кото-
рые составлены в соответствии с учебной программой, соответствуют требованиям
образовательного стандарта и могут быть использованы при проведении теорети-
ческих занятий по физической культуре.

Предназначено для студентов 2 курса лечебного, медико-диагностического
факультетов учреждений высшего медицинского образования.

Утверждено и рекомендовано к изданию научно-методическим советом уч-
реждения образования «Гомельский государственный медицинский университет» 18
декабря 2018 года, протокол № 7.

УДК 796.011.2(072)

ББК 75.1я73

ISBN 978-985-588-122-4 (ч. 2) © Учреждение образования

ISBN 978-985-588-104-0 «Гомельский государственный

медицинский университет», 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Тема 1. Оценка физического здоровья	5
1.1. Определение понятия «физическое развитие»	5
1.2. Антропометрия.....	6
1.3. Оценка физического развития с использованием метода индексов	8
Тема 2. Исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы	11
2.1. Оценка измерения пульса и артериального давления в покое.....	11
2.2. Оценка изменений пульса и артериального давления непосредственно после проведения функциональной пробы (на первый минуте восстановительного периода)	12
2.3. Оценка восстановительного периода после физической нагрузки.....	16
Тема 3. Определение уровня физической работоспособности занимающихся физической культурой и спортом	18
3.1. Цель тестирования	18
3.2. Тесты для оценки физической работоспособности.....	19
Тема 4. Исследование функционального состояния системы внешнего дыхания, нервной и нервно-мышечной систем организма	28
4.1. Пробы для оценки функционального состояния дыхательной системы	28
4.2. Исследование функционального состояния нервной и нервно-мышечной систем	30
Литература	34
Приложения	36

ВВЕДЕНИЕ

Понятие «здоровье» достаточно долго рассматривали в литературе как феномен, противоположный болезни. В настоящее время намечается отход от такого представления. Так, в Уставе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) здоровье определяется как состояние полного физического и социального благополучия, а не только как отсутствие болезни или физических дефектов. Большое количество определений здоровья связано с понятием нормы, причем в качестве нормы принимают среднестатистические значения отдельных показателей, характеризующих определенную совокупность людей. Однако люди, большинство параметров жизнедеятельности которых находятся в пределах среднестатистической нормы, являются исключением. Учитывая это, Р.М. Баевский предложил определить здоровье как функциональный оптимум: под нормальным состоянием организма целесообразно понимать не столько нахождение определенных показателей в заданных диапазонах значений, соответствующих среднестатистическим нормам, сколько сохранение способности так регулировать свои физиологические показатели, чтобы обеспечить уравнивание со средой в различных ситуациях. В связи с этим здоровье можно определить не как качество, а как процесс. При этом здоровье является процессом сохранения и развития физиологических и психических функций, оптимальной трудовой и социальной активности при максимальной продолжительности активной творческой жизни.

В понятия «физическое здоровье», «физическое состояние» включают данные о наличии или отсутствии заболеваний, оценку признаков физического развития, сведения об основных клинических, функциональных и биохимических показателях. Важными показателями физического здоровья являются также результаты нагрузочных проб и уровень физической подготовленности.

Если считать, что здоровье в большей степени процесс, чем фиксированные значения тех или иных показателей жизнедеятельности организма, то значит этим процессом можно управлять. При этом управляющими воздействиями могут быть различные факторы, в том числе и физические упражнения, сам тренировочный процесс.

Знание современных методов тестирования физического здоровья, физического развития, подготовленности и работоспособности студентов входит в теоретический раздел программы по физическому воспитанию студентов в вузе.

ТЕМА 1. ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Основным показателем физического совершенства человека является его здоровье, т. е. такое состояние организма человека, которое обеспечивает полноценное выполнение им всех жизненных функций и форм деятельности в тех или иных конкретных условиях.

Сохранение и укрепление здоровья человека, повышение уровня его физической подготовленности и трудоспособности, продление творческой активности студентов определяется государством как важнейшая социальная задача.

Физическое состояние зависит от многих факторов как естественных (наследственность, климатические условия и др.), так и социально обусловленных (условия жизни, производственная деятельность человека и др.). Физическое развитие человека — социально управляемый процесс. В частности, с помощью соответствующим образом организованных мероприятий, с использованием физических упражнений, режима труда и отдыха, рационального питания и так далее можно в широком диапазоне изменять показатели физического развития и физическую функциональную подготовленность организма, направленно совершенствовать регуляторные функции нервной системы, увеличивать функциональные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Эффективность физического воспитания, в значительной мере, обусловлена возможностью определять и корректировать средства и методы педагогического воздействия на занимающихся на основании объективной информации о состоянии физического здоровья и функциональных систем организма.

1.1. Определение понятия «физическое развитие»

Физическое развитие — естественный процесс возрастного изменения морфологических и функциональных признаков организма, обусловленный наследственными факторами и конкретными условиями внешней среды.

Признаки физического развития можно разделить на три группы: соматометрические, соматоскопические и физиометрические.

К *соматометрическим* признакам относятся длина и масса тела, обхватные размеры грудной клетки, талии, бедер и тому подобное, длина туловища, конечностей; к *соматоскопическим* — форма грудной клетки, спины, ног, стопы, осанка, рельеф и упругость мускулатуры, половое развитие; к *физиометрическим* — уровень развития скелетной мускулатуры, физическая работоспособность, уровень физических качеств (сила, быстрота, выносливость, гибкость, координация).

Физическое развитие определяется наружным осмотром: соматоскопией и антропометрическими измерениями.

1.2. Антропометрия

Уровень физического развития определяют совокупностью методов, основанных на измерении морфологических и функциональных признаков. Различают основные и дополнительные антропометрические показатели.

К первым относят рост, массу тела, окружность грудной клетки (при максимальном вдохе, паузе и максимальном выдохе), силу кистей и стантовую силу (силу мышц спины). Кроме того, к основным показателям физического развития относят определение соотношения «активных» и «пассивных» тканей тела (тощая масса, общее количество жира) и другие показатели состава тела. К дополнительным антропометрическим показателям относят рост сидя, окружность шеи, живота, талии, бедра и голени, размер плеча, сагиттальный и фронтальный диаметры грудной клетки, длину рук и др. Таким образом, антропометрия включает в себя определение длины, диаметров, окружностей и др.

- **Длина тела(рост)** является одним из основных признаков физического развития. Большие отклонения роста (гигантский или карликовый) могут зависеть от нарушений функций желез внутренней секреции, особенностей гипофиза.

Длина тела измеряется при помощи ростомера. При этом обследуемый стоит в основной стойке так, чтобы пятки, ягодицы и лопатки касались стойки ростомера, а козелки ушных раковин и наружный угол глаза располагались на одной горизонтали. Точность измерения 0,5 см.

При измерении роста сидя пациент садится на скамейку, касаясь вертикальной стойки ягодицами и межлопаточной областью.

- **Масса тела** также, как и длина тела, является одним из основных показателей физического развития. Она зависит от ряда факторов: возраста, пола, состояния здоровья, условий труда, быта и т.д. Определение массы тела (взвешивание) производится на медицинских весах. Желательно проводить взвешивание в утренние часы, натощак. При взвешивании необходимо становиться на середину площадки весов, так как стояние на задней части площадки увеличивает массу тела, а на передней — уменьшает на 100–150 г. Точность измерения до 50 г. Взвешивание производится без одежды и обуви. Должную массу тела можно рассчитать по формулам 1 и 2:

$$\text{для мужчин} \quad 50 + (\text{Рост} - 150) \times 0,75 + \frac{\text{Возраст} - 21}{4} ; \quad (1)$$

$$\text{для женщин} \quad 50 + (\text{Рост} - 150) \times 0,72 + \frac{\text{Возраст} - 21}{4} . \quad (2)$$

• **Окружности тела.**Измерение параметров различных частей тела дает возможность в совокупности с другими показателями судить о развитии мускулатуры. Величины окружностей тесно связаны с весом тела. Измерение окружностей производится сантиметровой лентой.

Окружность грудной клетки. Измерение окружности грудной клетки производят сантиметровой лентой при вертикальном положении обследуемого.

Сантиметровую ленту накладывают сзади у лиц обоего пола под нижние углы лопаток. Спереди у мужчин по нижнему сегменту околососковых кружков, у женщин — над грудной железой на уровне прикрепления IV ребра к груди.

Окружность грудной клетки измеряется на максимальном вдохе, полном выдохе и во время паузы. Чтобы уловить момент паузы, обследуемому задают какой-либо вопрос и во время ответа производят измерение.

Разница между величинами окружностей в фазе вдоха и выдоха определяет *степень подвижности грудной клетки* (экскурсия или размах грудной клетки). Точность измерения составляет 1 см.

При измерении следует обращать внимание, чтобы обследуемый во время вдоха не поднимал плеч и не напрягал мышц, а во время выдоха — не сгибал спины.

Окружность шеи определяют с помощью ленты, накладываемой горизонтально под щитовидным хрящом.

Окружность плеча (правого, левого) измеряют в спокойном и напряженном состоянии. Обследуемому предлагают при согнутой руке в локтевом суставе и сжатом кулаке максимально напрячь мышцы плеча. Сантиметровую ленту накладывают на самую выпуклую часть двуглавой мышцы. В спокойном состоянии измерение производят на этом же месте. Разница в полученных величинах дает относительную характеристику развития мышц плеча.

Окружность предплечья измеряют при расслабленной опущенной руке вниз, ниже локтевого сустава в самой широкой части предплечья.

Окружность талии измеряют в самом узком месте талии, ленту накладывают горизонтально над гребнями подвздошных костей.

Окружность живота измеряют на уровне пупка. У полных людей сантиметровую ленту накладывают сзади по поясничной выемке, спереди на месте наибольшего выпячивания живота.

Окружность бедра (правого, левого) измеряют в расслабленном состоянии. Ленту накладывают сзади непосредственно под ягодичной мышцей, спереди — горизонтально. При измерении бедра и голени обследуемый стоит в стойке ноги врозь так, чтобы тяжесть тела распределялась одинаково на обе ноги. Точность измерения до 0,5 см.

При измерении *окружности голени* (правой, левой) измерительную ленту накладывают горизонтально в месте наибольшего развития голени.

- **Жизненная емкость легких (ЖЕЛ).** Жизненной емкостью легких называется максимальный объем воздуха, который человек может выдохнуть после глубокого вдоха. Измерение производится специальным прибором — спирометром (модели: суховоздушный, водяной, электронный). Точность измерения — в пределах 100 мл. После предварительного выдоха делают глубокий вдох и выдыхают равномерно весь воздух в трубку спирометра. При этом необходимо зажать нос и плотно держать во рту мундштук спирометра. Измерения желательнее проводить дважды; записывается наибольшая величина.

Величина ЖЕЛ зависит от роста, окружности грудной клетки и является лабильным показателем: специально проведенные исследования установили, что эта величина изменяется при заболеваниях, утомлении.

- **Динамометрия.** Величина динамометрии характеризует силу мышц кистей, разгибателей спины и т.п. Измерение силы мышц производится динамометрами, ручным и станковым. Исходным положением для измерения ручной динамометрии является положение стоя, вытянутая прямая рука на уровне плеча составляет угол 90° с грудной клеткой. Производят 2–3 измерения, записывают наибольший показатель. Точность измерения составляет до 2 кг. Показатель зависит от возраста, пола и вида спорта, которым занимается обследуемый.

Измерение мышц спины (разгибателей) или становой силы производится станковым динамометром. Исходное положение для измерения: стоя, стопы располагаются на специальной площадке с ввинченным в нее крюком, сгибаясь в пояснице, испытуемый берется обеими руками за рукоятку динамометра (она находится на уровне коленей) и плавно, без рывков, не сгибая коленей, с силой выпрямляется до отказа. Точность измерения до 5 кг.

Количество производимых попыток динамометрии может быть две–три, в карточке фиксируется лучший результат.

Противопоказаниями к измерению становой силы являются грыжи (паховая, пупочная), грыжа Шморля и другие, при болях в пояснице, травмах мышц спины и живота, а у женщин во время менструаций и беременности.

1.3. Оценка физического развития с использованием метода индексов

Метод индексов основан на соотношении двух или нескольких признаков физического развития. По этому методу производится оценка пропорциональности телосложения. Разные индексы включают разное число признаков: простые — два признака, сложные — больше. Как показала практика, пользоваться только индексами при оценке физического развития нельзя. Некоторые из них могут быть полезными для оценки отдельных показателей физического развития.

• **Весо-ростовой индекс Кетле(ИК)** определяет, сколько граммов веса должно приходиться на сантиметр роста (формула 3):

$$\text{ИК} = \frac{\text{Вес (г)}}{\text{Рост (см)}}. \quad (3)$$

Средний показатель — 350–400 г на 1 см роста у мужчин, 325–375 — у женщин. Больше 540 — ожирение, 200–299 — истощение. В среднем школьном возрасте индекс колеблется от 220 до 360 г/см и у девочек несколько выше, чем у мальчиков. У старших школьников индекс колеблется от 325 до 400 г/см и, наоборот, у мальчиков выше, чем у девочек.

Превышение веса относительно рекомендуемого может быть связано с хорошим развитием мышц или с избытком жировых отложений.

Если реальная масса тела превышает рекомендуемую на 10–29% — это ожирение первой степени, 30–49% — ожирение второй степени, 50–99% — третьей степени, при четвертой — на 100% и более. Третья, а тем более четвертая степени являются тяжелой болезнью.

Наличие ожирения нельзя не учитывать при занятиях физической культурой. Таким людям можно позволить оздоровительный бег лишь после снижения массы тела. Как при наличии ожирения, так и истощения (200–299 г на 1 см роста) занятия физической культурой проводятся только под контролем врача и при необходимости заменяются лечебной физкультурой.

• **Ростово-весовой показатель** рассчитывают по формуле 4:

$$\text{Длина тела (см)} - 100 = \text{Масса тела (кг)}. \quad (4)$$

Показатель применим при оценке физического развития взрослых людей низкого роста (155–165). При росте 165–175 см надо вычитать не 100, а 105 единиц (поправка Брока — Бругша), при росте 175–185 см — 110 единиц.

• **Должную массу тела** можно рассчитать по следующей формуле 5:

$$P(\text{кг}) = K1 \times \text{Рост (см)} - K2, \quad (5)$$

где K1 составляет для астеников 0,83, нормостеников — 0,74, гиперстеников — 0,89; K2 = 80 (астеники), 60 (нормостеники), 75 (гиперстеники).

Определяется тип телосложения по результатам измерения окружности запястья рабочей руки: у нормостеников она равна 16–18,5 см, у астеников — меньше 16 см, а у гиперстеников — больше 18,5 см. Зная тип своего телосложения, женщина умножает весо-ростовой коэффициент, соответствующий ее возрасту, на свой рост и получает рекомендуемый идеальный вес (таблица 1).

Таблица 1 — Рекомендуемый весо-ростовой коэффициент (г/см)

Возраст(лет)	Тип сложения		
	Тонкокостный	Нормокостный	Ширококостный
15–18	315	325	355
19–25	325	345	370
26–39	335	360	380

• **Показатель пропорциональности** физического развития рассчитывается по формуле 6:

$$\frac{\text{Рост стоя (см)} - \text{Рост сидя (см)}}{\text{Вес (кг)}} \times 100\%. \quad (6)$$

Величина показателя позволяет судить об относительной длине ног: меньше 87% — малая длина по отношению к длине туловища, 87–92% — пропорциональное физическое развитие, более 92% — относительно большая длина ног.

• **Показатель крепости телосложения (индекс Пинье):**

его вычисляют путем вычитания из показателей роста в сантиметрах (L) суммы величины окружности грудной клетки в сантиметрах (Т) и веса в килограммах (Р), т. е. (формула 7):

$$\text{Индекс Пинье} = L - (T + P). \quad (7)$$

Чем меньше разность, тем лучше показатель (при отсутствии ожирения). Разность меньше 10 оценивается как крепкое телосложение, от 10 до 20 — хорошее, от 21 до 25 — среднее, 26 до 35 — слабое, более 36 — очень слабое.

• **Жизненный индекс** оценивает функциональные возможности дыхательного аппарата (формула 8).

$$\text{Жизненный индекс} = \frac{\text{Жизненная емкость легких (мл)}}{\text{Вес (кг)}}. \quad (8)$$

Средняя величина показателя для мужчин 65–70 мл/кг, для женщин — 55–60 мл/кг, для спортсменов — 75–80 мл/кг, для спортсменок — 65–70 мл/кг. У школьников в возрасте 14–15 лет мужского пола этот показатель равен 53–57 мл/кг, 11–13 лет — 49–53 мл/кг, у девочек соответственно — 46–51 мл/кг и 42–46 мл/кг.

• **Силовые индексы (СИ)** определяют развитие силы определенных групп мышц относительно веса тела (формула 9).

$$\text{Силовой индекс (СИ)} = \frac{\text{МСК}}{m} \times 100\%, \quad (9)$$

где МСК — мышечная сила кисти (кг), m — масса тела (кг).

Динамометрия сильнейшей руки в среднем составляет 70–75% массы у мужчин и 50–60 % у женщин.

Силовой индекс для становой силы получается от деления показателей становой силы (кг) на вес (кг) и выражается в процентах. Для становой силы средние значения: у мужчин 200–220 %; у женщин 135–150%.

ТЕМА 2. ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО–СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

2.1. Оценка измерения пульса и артериального давления в покое

• Частота пульса определяется на лучевой или сонной артерии, или по верхушечному толчку сердца (за 10, 15, 20, 30 с с пересчетом за 1 мин).

При подсчете ритма за 60 с определяют частоту и ритм. ЧСС — количество ощутимых подъемов стенки пульсирующей артерии за 1 мин, зависит от количества систол левого желудочка за это время.

У взрослого человека ЧСС в покое от 60 до 80 уд/мин. Повышение свыше 80 уд.— тахикардия (от латинского «тахис» — быстрый), замедленная — брадикардия («брадис» — медленно).

Тахикардия в покое — признак неблагоприятного воздействия на сердце (волнение, переутомление, недостаточное восстановление после предыдущей физической нагрузки, проявление сердечной слабости, повышение температуры тела или нарушение функции щитовидной железы).

Пульс реже 60 уд/мин, т.е. брадикардия, может оцениваться различно. У тренированных спортсменов брадикардия свидетельствует об экономной сердечной деятельности. Однако брадикардия может возникать и при переутомлении, а также при некоторых заболеваниях сердца.

Пульс в покое должен быть ритмичен, о чем свидетельствует одинаковое число сердечных сокращений за 10-секундные отрезки времени. Однако в покое может наблюдаться дыхательная аритмия, т. е. учащение пульса на вдохе и урежение на выдохе. Она расценивается как физиологическая и зависит от рефлекторного влияния со стороны рецепторов легких на центр блуждающего нерва.

Значительные нарушения ритма сердца называются аритмиями: физиологическими, патологическими.

• Измерение артериального кровяного давления проводится с использованием слухового метода, ртутным манометром Рива — Роччи, путем накладывания манжетки на плечевую артерию.

Давление выражается в миллиметрах ртутного столба.

Максимальное артериальное давление — систолическое АД возникает во время систолы левого желудочка сердца. Уровень зависит от силы систолы.

Минимальное, или диастолическое давление, определяется уровнем периферического сопротивления и зависит от быстроты оттока крови из артериальной системы.

Артериальное давление в покое выше 129/79 мм рт. ст. расценивается как гипертоническое состояние, а ниже 100/60 мм рт. ст. как гипотоническое состояние.

Гипертонические цифры АД в покое — результат переутомления или связаны с некоторыми заболеваниями (гипертоническая болезнь, хронический нефрит).

Гипотония у спортсменов может быть физиологической (так называемая гипотония высокой тренированности) или может быть проявлением патологии, а именно гипотонической болезни, интоксикации из очагов хронической инфекции (кариозные зубы, хронический тонзиллит, хронический холецистит). Гипотоническое состояние может проявляться и при переутомлении.

2.2. Оценка изменений пульса и артериального давления непосредственно после проведения функциональной пробы (на первый минуте восстановительного периода)

По изменению пульса и АД после функциональной пробы можно судить о приспособляемости аппарата кровообращения к физической нагрузке. Так, приспособление к нагрузке тренированного сердца происходит в большей степени в результате увеличения ударного объема и в меньшей — в результате учащения сердечных сокращений; нетренированное или недостаточно тренированное сердце реагирует на нагрузку большим учащением сердечных сокращений и меньшим увеличением ударного объема сердца.

•**Оценка реакции пульса.** Для оценки степени учащения пульса при проведении функциональной пробы используется метод сопоставления данных цифр частоты пульса в покое и частоты пульса после нагрузки, т.е. определяется процент учащения пульса. Частоту пульса в покое принимают за 100%, разницу в частоте пульса до и после нагрузки за X .

Так, например, пульс до нагрузки за 10 с был равен 12 уд., а после выполнения нагрузки за 10 с на первой минуте восстановления — 20 уд. Сопоставляется пропорция и рассчитывается процент учащения пульса следующим образом (формуле 10):

$$12 - 100\% \\ (20 - 12) - X = \frac{8 \times 100}{12} = 67 \%. \quad (10)$$

Следовательно, после функциональной пробы на первой минуте пульс участился на 67% по сравнению с исходными данными.

Для определения сдвигов частоты пульса после выполнения нагрузки можно воспользоваться *таблицей в приложении 1*. По вертикали приводится пульс в покое за 10 с, по горизонтали — пульс за 10 с на первой минуте восстановления после нагрузки, при пересечении этих граф указывается процент учащения пульса. Например, пульс в покое — 12 уд., а после нагрузки — 20, при пересечении этих граф находим процент учащения пульса — 67%.

Нормальной реакцией на пробу с 20 приседаниями считается учащение пульса в пределах 60–80% от исходной величины; после 15-секундного бега на месте в максимальном темпе — 120–150%; после 2-минутного бега на месте в темпе 180 шагов в 1 мин. и после степ-теста — 5-минутного восхождения на ступеньку высотой 40 см в темпе 90 шагов в 1 мин — 100%; после 3-минутного бега — 100–120%.

Учащение пульса свидетельствует о нерациональной реакции сердца на нагрузку, которая может быть следствием недостаточной тренированности или неполного восстановления после выполнения предшествующей тренировочной нагрузки.

Чем работоспособнее или функционально полноценнее сердце, чем совершеннее деятельность его регуляторных механизмов, тем меньше учащается пульс в ответ на дозированную нагрузку.

Однако при оценке реакции пульса и артериального давления необходимо учитывать характер выполнения физической нагрузки, так как недобросовестно выполненная функциональная проба с 2-минутным бегом на месте может изменить величину пульса и АД, которые нельзя расценивать как проявление высокой функциональной способности сердца.

•**Оценка реакции АД.** При оценке АД на функциональную пробу с физической нагрузкой следует обратить внимание на изменение максимального, минимального и пульсового давления (ПД = АД сист. — АД диаст.).

Существуют различные сочетания изменений максимального и минимального показателей давления. Наиболее рациональная реакция АД характеризуется увеличением максимального давления на 15–30% и уменьшением минимального давления на 10–35% или неизменностью его по сравнению с исходными величинами покоя.

В результате увеличения максимального и уменьшения минимального давлений увеличивается пульсовое давление. Однако процент увеличения пульсового давления должен быть в тех же пределах, что и процент учащения пульса при выполнении различных по интенсивности нагрузок.

Процент увеличения пульсового давления рассчитывается так же, как процент учащения пульса. Пульсовое давление в покое принимается за 100 %, а разница в величине пульсового давления непосредственно после нагрузки и пульсового давления в покое за **X**.

Можно воспользоваться *таблицей в приложении 2* для определения процента увеличения пульсового давления.

Уменьшение пульсового давления следует расценивать как нерациональную реакцию АД на физическую нагрузку.

Пример: пульсовое давление в покое равно 50 мм рт. ст, после нагрузки — 45 мм рт. ст. Разница — минус 5. Таким образом, пульсовое давление после выполнения физической нагрузки уменьшилось на 10% по сравнению с исходными величинами.

• **Сопоставление реакции пульса и АД.** При оценке реакции на функциональную пробу с физической нагрузкой важно сопоставить изменение пульса и АД с целью выявления механизмов, за счет которых происходит приспособление к нагрузке.

Сравнение процентов определить учащения пульса и увеличения пульсового давления позволяет определить, соответствует ли реакция пульса измерениям АД. Рациональная реакция на физическую нагрузку характеризуется правильным сочетанием изменений этих двух показателей— процент учащения пульса должен соответствовать или быть немного ниже процента увеличения пульсового давления.

Помимо количественной оценки реакции пульса и АД необходимо определить и качественные сдвиги, т.е. выявить тип реакции. Различают пять типов реакции пульса и АД: *нормотонический, гипотонический, гипертонический, дистонический и ступенчатый* (при подъеме максимального или минимального давления в восстановительном периоде).

В тех случаях, когда проценту учащения пульса соответствует процент повышения пульсового давления (при подъеме максимального и уменьшения минимального давления) реакция называется *нормотонической*.

Нормотонический тип реакции считается рациональным потому, что при нормальном учащении пульса приспособление к нагрузке происходит за счет повышения пульсового давления, что косвенно связано с увеличением ударного объема сердца. Подъем максимального давления отражает усиление систолы левого желудочка, а снижение минимального — уменьшение тонуса артериол, обеспечивающее лучший доступ крови на периферию.

Пример: пульс в покое за 10 с составляет 10 уд., АД — 110/70 мм рт.ст, пульсовое давление — 40; после нагрузки — пульс на первой минуте за 10 с— 19 уд., АД — 150/70 мм рт. ст., пульсовое давление — 80. Следовательно, пульс участился на 90%, а пульсовое давление — на 100%.

Гипотоническая реакция (или астеническая) характеризуется тем, что приспособление к нагрузке происходит в основном за счет увеличения частоты сердечных сокращений и в меньшей степени за счет ударного объема. Реакция пульса не всегда соответствует реакции пульсового давления. Так, пульс может участиться на 120–150%, т.е. значительно превысить нормальное учащение, в то время как пульсовое давление увеличится всего на 12–25% или совсем не изменится, или даже уменьшится. В таких случаях максимальное давление увеличивается незначительно (всего на 5–10 мм рт.ст.) или остается на исходном уровне, иногда даже снижается, а минимальное давление также может оставаться без изменений, незначительно повышаться или понижаться. Такая реакция отражает функциональную неполноценность сердца.

Пример:

1. Пульс в покое за 10 с составляет 10 уд., АД — 110/70 мм рт. ст., пульсовое давление — 40; после нагрузки — пульс на первой минуте за 10 с — 25 уд., АД — 115/65 мм рт. ст., пульсовое давление — 50. Следовательно, пульс участился на 150%, а пульсовое давление — на 25%, т.е. значительному учащению пульса соответствует небольшое увеличение пульсового давления;

2. Пульс в покое за 10 с составляет 10 уд., АД — 110/70 мм рт. ст., пульсовое давление — 40; после нагрузки — пульс на первой минуте за 10 с — 30 уд., АД — 100/70 мм рт. ст., пульсовое давление — 30. Следовательно, пульс участился на 200%, а пульсовое давление уменьшилось на 25%. Подобная реакция после выполнения функциональной пробы встречается очень редко, наблюдается после продолжительных нагрузок циклического характера средней интенсивности и является следствием значительного утомления.

Гипертоническая реакция характеризуется резким повышением максимального АД до 180–190 мм рт. ст. и выше при одновременном повышении минимального давления до 90–100 мм рт. ст. и значительным учащением пульса.

Пример: пульс в покое за 10 с составляет 10 уд., АД — 110/70 мм рт. ст., пульсовое давление — 40; после нагрузки — пульс на первой минуте за 10 с — 23 уд., АД — 190/90 мм рт. ст., пульсовое давление — 100. Учащение пульса составляет 130%, увеличение пульсового давления — 150%. Эти показатели свидетельствуют о чрезмерном увеличении работы сердца, т.е. процент учащения пульса и процент увеличения пульсового давления значительно превышают нормативы.

Дистоническая реакция характеризуется большой величиной сдвигов как максимального (выше 180 мм рт.ст.), так и минимального АД (прослушивается звучание сосудов при опускании ртутного столба до 0, т.е. появляется феномен «бесконечного тона»). ЧСС при дистонической реакции значительно увеличивается. Если «бесконечный тон» прослушивается только на первой минуте после функциональной пробы, то ему не придают значения, так как он может появляться в норме при регистрации АД непосредственно после прекращения нагрузки (в течение 15–20 с). Если же «бесконечный тон» после функциональной пробы прослушивается в течение 2–3 мин, то такая дистоническая реакция расценивается как неблагоприятная.

Пример 1: пульс в покое за 10 с составляет 10 ударов, АД — 120/80 мм рт. ст. после нагрузки (таблица 2):

Таблица 2 — Дистоническая реакция удовлетворительная

Показатели	Восстановительный период (мин)				
	1	2	3	4	5
Пульс за 10 с	25	18	14	13	12
АД за 60 с	190/0	170/50	150/60	130/70	120/80

Такую дистоническую реакцию оценивают как удовлетворительную.

2) Пример: пульс в покое за 10 с составляет 10 уд., АД — 120/80 мм рт. ст. После нагрузки (таблица 3):

Таблица 3 — Дистоническая реакция не удовлетворительная

Показатели	Восстановительный период (мин)				
	1	2	3	4	5
Пульс за 10 с	25	20	18	16	14
АД за 60 с	190/0	180/0	170/0	150/50	160/70

Дистоническая реакция такого типа оценивается как неудовлетворительная.

При дистонической реакции нет необходимости расценивать процент увеличения пульсового давления, так как решающим в оценке этой реакции на функциональную пробу с физической нагрузкой является длительность звучания «бесконечного тона».

Ступенчатая реакция. Она характеризуется тем, что на второй и на третьей минуте восстановительного периода максимальное АД выше, чем на первой минуте. Такая реакция отражает функциональную неполноценность регулирующего кровообращение аппарата и оценивается как неудовлетворительная.

Пример: пульс в покое за 10 с составляет 10 уд., АД — 110/70 мм рт. ст. После нагрузки (таблица 4):

Таблица 4 — Ступенчатая реакция

Показатели	Восстановительный период, мин.				
	1	2	3	4	5
Пульс за 10 с	25	17	14	12	12
АД за 60 с	130/50	150/60	140/65	130/70	120/70

2.3. Оценка восстановительного периода после физической нагрузки

Для окончательной оценки реакции пульса и АД на функциональную пробу, необходимо провести анализ восстановительного периода по двум параметрам — времени и характеру восстановления пульса и АД. Длительность восстановительного периода зависит от величины нагрузки, активности обследуемого при выполнении нагрузки, функционального состояния и состояния нервной регуляции сердечно-сосудистой системы.

Существуют нормативы длительности восстановления пульса и АД на различные функциональные пробы с физической нагрузкой. Однако помимо времени восстановления пульса необходимо обращать внимание на то, как протекает восстановление — постепенно или волнообразно.

Следует определить, нет ли так называемой отрицательной фазы пульса, которая характеризуется тем, что на первых 2–3 мин восстановительного периода пульс становится реже по сравнению с исходным на 1–3 уд. за 10 с.

Такое урежение пульса длится не менее трех 10-секундных периодов, а затем пульс снова учащается и приходит в норму.

Отрицательную фазу пульса связывают с недостаточной координацией деятельности различных отделов нервной системы, в результате чего изменяется последовательность процессов восстановления. Существенное значение имеют лабильность вегетативной нервной системы и повышенный тонус блуждающего нерва.

Продолжительность отрицательной фазы пульса больше 3 мин оценивается как неудовлетворительная.

При появлении волнообразного характера восстановления АД (ступенчатая реакция максимального давления) реакцию принято считать неблагоприятной.

При выполнении функциональной пробы (20 приседаний) о восстановлении пульса и АД судят по следующим критериям: при хорошем функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы пульс восстанавливается в течение 2 мин, максимальное и минимальное АД — к концу 3 мин.

После функциональной пробы — 2-минутного бега на месте и 5-минутного степ-теста пульс должен восстанавливаться в течение 5 мин, максимальное АД — на 4–5 мин, а минимальное — на 2–4 мин. Чем быстрее происходит восстановление пульса и АД до исходного уровня, тем лучше функциональное состояние ССС.

Для оценки реакции пульса и АД на функциональную пробу в целом, необходимо учесть данные в состоянии покоя, изменения пульса и АД сразу после нагрузки, длительность и характер восстановительного периода.

Реакция на функциональную пробу считается хорошей в том случае, когда при нормальных исходных данных пульса и АД на первой минуте после нагрузки отмечаются сочетанные изменения пульса и АД (процент увеличения пульса и пульсового давления в нормальных пределах), т.е. наблюдается нормотоническая реакция, причем при пробах — 20 приседаний в течение 2–3 мин и 2-минутном беге на месте — пульс восстанавливается на 3-й мин, а АД — на 4–5-й мин.

Реакция считается удовлетворительной в том случае, когда величины пульса и АД превышают норму, но сохраняется их параллельность и восстановление происходит при 2-минутном беге только к концу 3-й мин, а при 20 приседаниях — к концу 5-й мин.

Реакция на функциональную пробу оценивается как неудовлетворительная в том случае, если после нагрузки появляются атипические типы реакции: гипотонический, гипертонический, ступенчатый с максимальным давлением и дистонический с феноменом «бесконечного тона» в течение 2–3 мин восстановительного периода.

ТЕМА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ

3.1. Цель тестирования

Целью тестирования на занятиях физической культурой и спортом является оценка функционального состояния систем организма и уровня физической работоспособности (тренированности).

Под тестированием следует понимать реакцию отдельных систем и органов на определенные воздействия (характер, тип и выраженность этой реакции). Оценка результатов тестирования может быть как качественной, так и количественной.

Для оценки функционального состояния организма могут быть использованы различные методики исследования:

- с дозированной физической нагрузкой: 1-, 2-, 3- и 4-моментные;
- с изменением положения тела в пространстве: ортостатическая, клиноостатическая и клиноортостатическая пробы;
- с изменением внутригрудного и внутрибрюшного давления: проба с натуживанием;
- с вдыханием смесей, содержащих различное соотношение кислорода и углекислоты, задержка дыхания и другие;
- миометрия и миография;
- калиперометрия.

Помимо этих функциональных тестов используются также специфические тесты с нагрузкой, характерной для каждого вида двигательной деятельности.

Физическая работоспособность — интегральный показатель, позволяющий судить о функциональном состоянии различных систем организма и, в первую очередь, о производительности аппарата кровообращения и дыхания. Она прямо пропорциональна количеству внешней механической работы, выполняемой с высокой интенсивностью.

Для определения физической работоспособности и аэробной производительности существуют прямые и непрямые методы исследования. Прямые методы предусматривают выполнение максимальных нагрузок, достигающих границ аэробных способностей человека. Для проведения таких тестов требуется наличие сложной и достаточно дорогой аппаратуры. Прямые методы используют преимущественно при обследовании спортсменов высшей квалификации, тренирующихся на выносливость, с целью выявления функциональных резервов для дальнейшего роста спортивных результатов, комплектования сборных команд или в научных целях.

В спортивной медицине, особенно при массовых обследованиях, чаще всего применяют непрямые методы исследований.

3.2. Тесты для оценки физической работоспособности

Определение максимального потребления кислорода (МПК) по результатам теста PWC_{170}

Величина PWC_{170} и величина МПК каждая в отдельности характеризуют физическую работоспособность человека. Между ними имеется взаимосвязь, близкая к линейной.

Тест PWC_{170} расшифровывается как физическая работоспособность при пульсе 170 уд/мин. Величина PWC_{170} соответствует такой мощности физической нагрузки, которая приводит к повышению ЧСС до 170 уд/мин. Тест PWC_{170} заключается в выполнении двух нагрузок, соответствующей мощности и расчета величины PWC_{170} исходя из значений пульса после каждой нагрузки.

При проведении пробы PWC_{170} рекомендуется следующая последовательность действий:

1. Изучение анамнеза и исключение противопоказаний к пробе.
2. Первая нагрузка — продолжительностью 5 мин. Этого достаточно, чтобы сердечная деятельность достигла устойчивого состояния. Мощность работы подбирается для практически здоровых мужчин с предполагаемой нормальной физической подготовленностью 6 кгм/мин (1Вт) на 1 кг массы тела, для не занимающихся физическим трудом с предполагаемой низкой физической работоспособностью – 3кгм/мин (0,5 Вт) на 1 кг массы тела. Для женщин соответственно 4 и 2кгм/мин. Если тест проводится на велотренажере, то на большинстве из них существует возможность выбора мощности нагрузки. Если тест проводить с использованием степ-ступеньки (более точное измерение), то мощность нагрузки можно рассчитать по специальной формуле.
3. За 30 с до окончания первой нагрузки измеряется частота сердечных сокращений. Полученный результат записывается.
4. Перед второй нагрузкой обязательный 3-минутный отдых, в течение которого показатели ЧСС возвращаются практически в исходный уровень.
5. Вторая нагрузка: мощность работы определяется в зависимости от мощности первой нагрузки и частоты сердечных сокращений во время ее выполнения. Продолжительность работы 5 мин.
6. Определение ЧСС за 30 с до окончания второй нагрузки.

Расчет величины физической работоспособности проводится по следующей формуле 11:

$$PWC_{170} = N1 + (N2 - N1) \frac{170 - f1}{f2 - f1}, \quad (11)$$

где PWC_{170} — физическая работоспособность при частоте сердечных сокращений 170 уд/мин; $N1$ и $N2$ — соответственно мощности первой и второй нагрузок; $f1$ и $f2$ — частота сердечных сокращений в конце первой и второй нагрузки.

Мощность нагрузки при степ-эргометрическом методе определения физической работоспособности рассчитывается по формуле 12:

$$N = n \times h \times p \times 1,33, \quad (12)$$

где N — мощность нагрузки, кгм/мин; n — частота подъемов в минуту, h — высота ступеньки, м; p — масса тела, кг; 1,33 — коэффициент, учитывающий величину работы при спуске со ступеньки.

Высота ступени определяется индивидуально и соответствует 1/3 длины ноги испытуемого. Темп работы задается метрономом. Первые 3 мин темп работы составляет 20–22 подъема в минуту, а затем увеличивается до 30–35.

Наиболее информативным является показатель PWC170, рассчитанный на килограмм массы тела.

По величине PWC170 косвенным путем может быть оценена максимальная аэробная производительность организма спортсмена — максимальное потребление кислорода (МПК):

МПК = PWC170 × 1,7 + 1240 (по данным В. Л. Карпмана). Величины МПК, полученные путем этого расчета, дают ошибку, не превышающую 15% от величин МПК, полученных прямым методом;

— для спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах спорта МПК определяется по формуле 13:

$$\text{МПК} = 2,2 \times \text{PWC170} + 1240; \quad (13)$$

— для спортсменов, тренирующихся на выносливость МПК определяется по формуле 14:

$$\text{МПК} = 2,2 \times \text{PWC170} + 1070. \quad (14)$$

Определение физической работоспособности по тесту PWC170 будет давать надежные результаты только при соблюдении следующих условий:

1. Тест должен выполняться без предварительной разминки.
2. Частота сердечных сокращений в конце второй нагрузки должна быть примерно на 10–15 уд. меньше 170 уд/мин.
3. Между нагрузками обязательный 3-минутный отдых.

Определение МПК по методу Астранда

Для работы необходимы: велоэргометр, ступеньки высотой 40 см (для мужчин) и 33 см (для женщин), метроном (устанавливается на частоту 90), секундомер, номограмма Астранда.

Испытуемый в течение 5 минут производит восхождение на ступеньку. На велоэргометре обследуемый выполняет 5-минутную нагрузку определенной мощности. Величина нагрузки подбирается с таким расчетом, чтобы частота пульса в конце работы достигала 140–160 уд/мин (примерно 1000–1200 кгм/мин).

Пульс подсчитывается в конце 5 минв течение 10 спальпаторным, аускультативным или электрокардиографическим методом.

Расчет МПК проводят по специальной номограмме I.Astrand и формуле фон Добелна (1967 г.) для чего, соединив линией ЧСС во время нагрузки (шкала слева) и вес тела обследуемого (шкала справа), находят в точке пересечения с центральной шкалой величину МПК. Найденная с помощью номограммы величина МПК корригируется путем умножения на «возрастной фактор» (приложение 3; приложение 4, таблицы 1, 2).

Способность организма к МПК имеет предел, который зависит от *генетических факторов, возраста и пола*, состояния сердечно-сосудистой системы, от активности протекания процессов обмена веществ и находится в прямой зависимости от степени физической тренированности. Хорошая физическая форма (хороший уровень МПК) снижает уровень рисков сердечнососудистых заболеваний, тромбозов и проблем с вегетативной нервной системой организма.

Чем больше показатель максимального потребления кислорода, тем большего эффекта можно достичь при нагрузках. Среднее значение МПК для спортсменов-мужчин составляет около 3,5 л/мин и для женщин — 2,7 л/мин.

Как правило, МПК является самым высоким в возрасте 20 лет, а к 65 годам уменьшается на 30%. У женщин в зрелом возрасте МПК в среднем ниже, чем у мужчин, на 20–30%; эта разница несколько сглаживается в юном и пожилом возрасте. Диапазон вариаций величин МПК у женщин значительно меньше, чем у мужчин. Также влияет высота — на большей высоте меньше кислорода, поэтому на каждые 1,5 км уровень максимального кислорода снижается на 5%.

Абсолютная величина МПК зависит от массы тела (в еще большей степени от мышечной массы), поэтому для более точного определения относительное МПК рассчитывается на 1 кг массы тела (в относительных единицах — мл/кг/мин).

У среднего нетренированного молодого человека МПК равен примерно 45 мл/кг/мин. У женщины — 38 мл/кг/мин.

Величины МПК для детей, подростков и взрослых приведены в таблицах 5, 6, 7.

Таблица 5 — Максимальное потребление кислорода у детей и подростков

Возраст, лет	Мальчики		Девочки	
	л/мин	мл/мин/кг	л/мин	мл/мин/кг
9	1,51	50	1,22	40
11	1,93	50	1,49	39
13	2,35	50	2,03	43
15	3,17	53	2,02	38
17	3,7	54	2,19	38

Таблица 6 — Максимальное потребление кислорода (мл/мин/кг) для мужчин

Уровень	Диапазон возраста				
	20–29	30–39	40–49	50–59	60–69
Низкий	<38	<34	<30	<25	<21
Ниже среднего	39–43	35–39	31–35	26–31	22–26
Средний	44–51	40–47	36–43	32–39	27–35
Выше среднего	52–56	48–51	44–47	40–43	36–39
высокий	>57	>52	>48	>44	>40

Таблица 7 — Максимальное потребление кислорода (мл/мин/кг) для женщин

Уровень	Диапазон возраста				
	20–29	30–39	40–49	50–65	66–69
Низкий	<28	<27	<25	<21	<28
Ниже среднего	29–34	28–33	26–31	22–28	29–34
Средний	35–43	34–41	32–40	29–36	35–43
Выше среднего	44–48	42–47	41–45	37–41	44–48
высокий	>49	>48	>46	>42	>49

Оценка МПК (или SL–МПК) у людей с нарушениями состояния здоровья

У больных людей (например, с пороками сердца или другими заболеваниями системы кровообращения) индивидуальная величина МПК отражает их состояние (так называемый функциональный класс) и поэтому используется при решении таких медицинских задач, как уточнение диагноза, прогноз состояния, оценка эффективности лечебно-профилактических мероприятий и т.п. Всемирная организация здравоохранения рекомендует определение МПК как одного из наиболее надежных методов оценки дееспособности человека.

Для определения МПК у лиц с нарушением состояния здоровья необходимо ознакомиться с понятием SL–МПК (симптом лимитированное МПК). Потребление кислорода в этом случае ограничено (лимитировано) неспособностью человека выполнять предельную нагрузку. Таким образом, SL–МПК — это реальное потребление кислорода в момент отказа испытуемого от ее выполнения или прекращения тестирования (таблица 8).

Таблица 8 — МПК (или SL–МПК) и его оценка у людей с нарушениями состояния здоровья

Пол	Возраст	МПК (SL–МПК), мл/мин/кг				
		снижение				
		незначительное	умеренное	значительное	большое	очень большое
Муж.	<25	>30	24–30	17–23	8–16	<8
	25–34	>29	23–29	15–22	15–22	<8
	35–44	>27	22–27	14–21	8–13	<8
	45–54	>24	20–24	13–19	8–12	<8
	55–64	>21	17–21	12–16	8–11	<8
	>64	>18	15–18	11–14	8–10	<8

Окончание таблицы 8

Пол	Возраст	МПК (SL–МПК), мл/мин/кг				
		снижение				
		незначительное	умеренное	значительное	большое	очень большое
Жен.	<20	>22	17–22	12–16	7–11	<7
	20–29	>21	17–12	11–16	7–10	<7
	30–39	>20	16–20	11–15	7–10	<7
	40–49	>18	15–18	10–14	7–9	<7
	50–59	>16	14–16	10–13	7–9	<7
	>59	>14	12–14	9–11	7–8	<7

Определение работоспособности по тесту Купера

Тест Купера заключается в пробегании максимально возможного расстояния по ровной местности (стадион) за 12 мин.

При возникновении признаков переутомления (резкая одышка, тахикардия, головокружение, боли в сердце и др.) тест прекращается.

Результаты теста, соответствуют величине МПК, определяемой на беговой дорожке (таблица 9).

Тест Купера можно использовать при отборе занимающихся в секции по циклическим видам спорта, в ходе тренировок для оценки состояния тренированности.

Таблица 9 — Оценка физического состояния по данным теста Купера

Физическое состояние		Возраст			
		Менее 30	30–39	40–49	50 и старше
Очень плохое	мужчины	<1,6 км	<1,5 км	<1,4 км	<1,3 км
	женщины	<1,5 км	<1,4 км	<1,2 км	<1,0 км
Плохое	мужчины	1,6–2,0 км	1,5–1,8 км	1,4–1,7 км	1,3–1,6 км
	женщины	1,5–2,8 км	1,4–1,7 км	1,2–1,5 км	1,0–1,3 км
Удовлетворительное	мужчины	2,1–2,4 км	1,8–2,2 км	1,7–2,1 км	1,6–2,0 км
	женщины	1,8–2,1 км	1,7–2,0 км	1,5–1,8 км	1,3–1,7 км
Хорошее	мужчины	2,4–2,8 км	2,2–2,6 км	2,1–2,5 км	2,0–2,4 км
	женщины	2,1–2,6 км	2,0–2,5 км	1,8–2,3 км	1,7–2,2 км
Отличное	мужчины	>2,8 км	>2,6 км	>2,5 км	>2,4 км
	женщины	>2,6 км	>2,5 км	>2,3 км	>2,2 км

Оценка работоспособности по индексу Руфье

Испытуемый выполняет 30 приседаний за 45 секунд. Перед этим определяют частоту сердечных сокращений в покое, в положении сидя. По-

сле нагрузки измеряют ЧСС в течение первой минуты восстановления. Индекс Руфье (ИР) рассчитывают по формуле 15:

$$\text{ИР} = \frac{(400 \times (\text{ЧСС1} + \text{ЧСС2} + \text{ЧСС3}) - 200)}{10}, \quad (15)$$

где ЧСС1 — частота сердечных сокращений в покое, в положении сидя за 15 с; ЧСС2 — частота сердечных сокращений за первые 15 с первой минуты периода восстановления; ЧСС3 — частота сердечных сокращений за последние 15 с первой минуты периода восстановления.

Работоспособность организма оценивается по величине индекса Руфье в условных единицах

Оценка результата:

- менее 3 — физическая работоспособность высокая;
- 4–6 — хорошая;
- 7–9 — средняя;
- 10–14 — удовлетворительная;
- 15 и выше — плохая.

Существует утренняя проба Руфье (УПФ) — оценка функционального состояния организма после восстановления ночным сном, вычисляемая по формуле 16:

$$\text{УПР} = \frac{(\text{ЧСС1} + \text{ЧСС2} + \text{ЧСС3}) - 200}{10}. \quad (16)$$

Оценка результата:

0 — физическая работоспособность высокая; 1–5 — хорошая; 6–10 — средняя; 11–15 — удовлетворительная; 15 и выше — плохая.

Определение уровня физической работоспособности по гарвардскому степ-тесту (ГСТ)

Оценка физической работоспособности производится по величине индекса гарвардского степ-теста (ИГСТ) и основана на скорости восстановления ЧСС после восхождения на ступеньку.

Для работы необходимы: ступеньки различной высоты, метроном, секундомер.

Сопоставляется с нормативами, делаются рекомендации по оптимизации работоспособности средствами физического совершенствования. Предварительно, в зависимости от пола, возраста, выбирается высота ступеньки и время восхождения (таблица 10).

Далее обследуемый выполняет 10–12 приседаний (разминка), после чего начинает восхождение на ступеньку со скоростью 30 циклов в 1 мин. Метроном устанавливается на частоту 120 уд/мин, подъем и спуск состоит из 4-х движений, каждому из которых будет соответствовать удар метронома: на 2 уд.— 2 шага — «подъем», на 2 уд.— 2 шага — «спуск».

Восхождение и спуск всегда начинаются с одной и той же ноги.

Если обследуемый из-за усталости отстает от ритма в течение 20 с, тестирование прекращается и фиксируется время работы в заданном темпе.

Таблица 10 — Высота ступеньки, время восхождения в зависимости от пола и возраста (по И. Аулику)

Пол и возраст	Высота ступеньки, см	Длительность восхождения, мин
Мужчины	50	5
Женщины	45	5
Мальчики-юноши (12–18 лет), S больше 1,75 м ²	50	4
Мальчики-юноши (12–18 лет), S меньше 1,75 м ²	45	4
Девочки-девушки (12–18 лет)	40	4
Мальчики-девочки (8–12 лет)	35	3
Младше 8 лет	35	2

Примечание. S обозначает поверхность тела обследуемого (м²) и определяется по формуле: $S = 1 + (P \pm DH) / 100$, где S — поверхность тела; P — вес тела; DH — отклонение роста обследуемого от 160 см с соответствующим знаком.

После окончания работы в течение 1 мин восстановительного периода испытуемый, сидя, отдыхает. Начиная со 2-й мин восстановительного периода, за первые 30 с на 2, 3 и 4-й мин измеряется пульс.

ИГСТ вычисляется по формуле 17:

$$\text{ИГСТ} = (t \times 100) / [(f_1 + f_2 + f_3) \times 2]. \quad (17)$$

где t — длительность восхождения, в секундах; f₁, f₂, f₃ — частота пульса, за 30 с на 2, 3 и 4-й мин восстановительного периода соответственно.

Пример: пульс за 30 с на 2-й мин равен 53 уд.;

пульс за 30 с на 3-й мин равен 44 уд.;

пульс за 30 с на 4-й мин равен 43 уд.;

время выполнения теста — 5 мин.

$$\text{ИГСТ} = (300 \times 100) / [(53 + 44 + 43) \times 2] = 107.$$

В случае, когда обследуемый из-за утомления раньше времени прекращает восхождение, расчет ИГСТ производится по сокращенной формуле 18:

$$\text{ИГСТ} = (t \times 100) / (f_1 \times 5,5), \quad (18)$$

где t — время выполнения теста, в секундах; f₁ — частота пульса за 30 с на 2-й мин восстановительного периода.

Для определения величины ИГСТ можно использовать таблицу 11. Для определения значения ИГСТ в левом вертикальном столбце находят сумму трех подсчетов пульса на 2, 3 и 4-й мин (f₁ + f₂ + f₃) в десятках. В верхней горизонтальной строке — последнюю цифру этой суммы. В месте пересечения строк приводится значение ИГСТ.

Пример: $f_1 + f_2 + f_3 = 152$; отыскиваем по вертикали цифру 150, а по горизонтали — цифру 2; в месте пересечения строк находим величину ИГСТ, которая составляет 99.

Таблица 11— Определение индекса гарвардского степ-теста по полной формуле для взрослых мужчин (по И.В. Аулику)

Десятки	Единицы									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	188	185	183	181	179	176	174	172	170	168
90	167	165	163	161	160	158	156	155	153	152
100	150	148	147	140	144	143	142	140	139	139
110	136	135	134	133	132	130	129	128	127	126
120	125	124	123	122	121	120	119	118	117	116
130	115	114	114	113	112	111	110	110	109	108
140	107	106	104	105	104	103	103	102	101	101
150	100	99	99	98	97	97	96	96	95	94
160	94	93	93	92	92	91	90	90	89	89
170	88	88	87	87	86	86	85	85	84	84
180	83	82	82	82	82	81	81	80	80	79
190	79	78	78	78	77	77	76	76	76	75
200	75	75	74	74	74	73	73	72	72	72
210	71	71	71	70	70	70	69	69	69	68
220	68	67	67	67	67	67	66	66	66	66
230	65	65	65	64	64	64	64	63	63	63
240	62	62	62	62	61	61	61	61	60	60
250	60	60	60	59	59	59	59	58	58	58
260	58	57	57	57	57	57	56	56	56	56
270	56	55	55	55	55	55	54	54	54	54
280	54	53	53	53	53	53	52	52	52	52
290	52	52	51	51	51	51	51	50	50	50

Если пульс подсчитывать по сокращенной формуле — только на 2-й мин восстановительного периода, для определения ИГСТ можно воспользоваться таблицей 12.

Тест Новакки (максимальный тест)

Цель: определить время, в течение которого испытуемый способен выполнять работу с максимальным усилием.

Необходимое оборудование: велоэргометр, секундомер.

Испытуемый выполняет нагрузку на велоэргометре из расчета 1 Вт/кг в течение 2-х мин. Каждые 2 мин нагрузка возрастает на 1 Вт/кг до достижения предельной величины.

Оценка результата. Высокая работоспособность по этому тесту соответствует величине 6 Вт/кг, при выполнении ее в течение 1 мин. Хороший результат соответствует значению 4–5 Вт/кг в течение 1–2 мин.

Данный тест может быть применен для тренированных лиц, для нетренированных и лиц в периоде восстановления после болезни. В последнем случае начальная нагрузка устанавливается из расчета 0,25 Вт/кг.

Таблица 12— Определение индекса гарвардского степ-теста по сокращенной формуле у взрослых мужчин (по И.В. Аулику)

Десятки	Единицы									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	182	176	171	165	160	156	152	147	144	140
40	136	133	130	127	124	121	119	116	114	111
50	109	107	105	103	101	99	97	96	94	92
60	91	89	88	87	85	84	83	81	80	79
70	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69
80	68	67	67	66	65	64	63	63	62	61
90	61	60	59	59	58	57	57	56	56	56
100	55	54	53	53	52	51	51	51	50	50
110	50	49	49	48	48	47	47	47	46	46

Определение анаэробных возможностей организма по величине максимальной анаэробной мощности (МАМ)

Анаэробные возможности (т. е. возможность проводить работу в бескислородных условиях) определяются энергией, образуемой при распаде АТФ, креатинфосфата и гликолиза (анаэробного расщепления углеводов). Степень адаптации организма к работе в бескислородных условиях определяют величину работы, которую человек может выполнить в этих условиях. Эта адаптация важна при развитии скоростных возможностей организма.

При массовых обследованиях для определения МАМ используется тест Р. Маргария (1956). Определяется мощность бега вверх по лестнице с максимальной скоростью за небольшое время.

Методика. Лестница, длиной примерно 5 м, высотой подъема — 2,6 м, наклоном — более 30°, пробегается за 5–6 с (примерное время максимального бега).

Испытуемый находится на 1–2 м от лестницы и по команде выполняет тест. Фиксируется время в секундах. Измеряется высота ступеней, подсчитывается их количество, определяется общая высота подъема (формула 19):

$$\text{МАМ} = (P \times h) / t \text{ кгм/с}, \quad (19)$$

где P — вес, кг; h — высота подъема, м; t — время, с.

Оценка результата: наибольшее значение МАМ отмечается в 19–25 лет, с 30–40 лет оно уменьшается. У детей оно имеет тенденцию к повышению.

Для нетренированных лиц МАМ составляет 60–80 кгм/с, у спортсменов — 80–100 кгм/с. Для перевода в ватты необходимо полученное значение умножить на 9,8, а для перевода в килокалории в минуту — на 0,14.

ТЕМА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ, НЕРВНОЙ И НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА

4.1 Пробы для оценки функционального состояния дыхательной системы

Исследование функционального состояния системы внешнего дыхания представляет собой важный раздел изучения функционального состояния организма в целом. В спортивной медицине используется изучение тех показателей, которые характеризуют функцию внешнего дыхания — вентиляцию. К ним относятся: жизненная емкость легких (ЖЕЛ), динамическая спирометрия, проба Розенталя, максимальная объемная скорость потока воздуха при выдохе и вдохе, сила мышц вдоха и максимальная вентиляция легких (МВЛ).

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ). Жизненной емкостью легких называется максимальный объем воздуха, который человек может выдохнуть после глубокого вдоха. Измерение производится специальным прибором — спирометром (модели: суховоздушный, водяной, электронный). Точность измерения в пределах 100 мл. После предварительного выдоха делают глубокий вдох и выдыхают равномерно весь воздух в трубку спирометра. При этом необходимо зажать нос и плотно держать во рту мундштук спирометра. Измерения желательнее проводить дважды, с интервалом 0,5–1 мин; записывается фактическая величина и выражается в единицах объема — миллилитрах. Полученный результат сравнивают с должной величиной ЖЕЛ, т.е. теоретически рассчитанной для данного человека с учетом его основных индивидуальных особенностей — пола, возраста, роста и веса. Величина ЖЕЛ является лабильным показателем: специально проведенные исследования установили, что эта величина изменяется при заболеваниях, утомлении.

Динамическая спирометрия — определение изменений ЖЕЛ под влиянием физической нагрузки. Определив исходную ЖЕЛ, обследуемому предлагают выполнить 2-минутный бег на месте в темпе 180 шагов в 1 мин. При подъеме бедра под углом 70–80 ° или другой физической нагрузке повторно измеряют ЖЕЛ. В зависимости от функционального состояния систем внешнего дыхания и кровообращения ЖЕЛ либо не изменится, либо уменьшится, либо увеличится. Соответственно результаты динамической спирометрии оцениваются как удовлетворительно, неудовлетворительно или хорошо.

Об изменении ЖЕЛ можно говорить только в том случае, если она превысит 200 мл. Выполнение 2-минутного бега на месте в качестве физи-

ческой нагрузки во время занятий в аудитории наиболее удобно. При проведении врачебно-педагогических наблюдений проводить ее целесообразно после контрольных упражнений или тренировки в целом.

Проба Розенталя. Позволяет судить о функциональных возможностях дыхательной мускулатуры физической нагрузке на костно-мышечный аппарат системы внешнего дыхания.

Проба проводится с использованием спирометра, где у обследуемого 5 раз подряд с интервалом в 15 с определяют ЖЕЛ. Если ЖЕЛ к последнему измерению увеличивается больше чем на 300 мл — хорошо; если колеблется в пределах 300 мл — удовлетворительно; если снижается больше чем на 300 мл — неудовлетворительно и свидетельствует о снижении функциональных возможностей системы внешнего дыхания.

Максимальная вентиляция легких — объем воздуха, вентилируемый легкими в единицу времени при максимальной глубине и частоте дыхания.

МВЛ — показатель, наиболее полно характеризующий состояние вентиляции. Он является интегральной величиной, определяющейся уровнем отдельных основных показателей функции внешнего дыхания — ЖЕЛ, состоянием бронхиальной проходимости, силой мышц выдоха и др. МВЛ отражает уровень функциональных способностей системы внешнего дыхания, т.е. степень использования функциональных возможностей. МВЛ измеряют с помощью газового счетчика.

Для оценки функционального состояния собственной дыхательной системы рекомендуется воспользоваться и специальными дыхательными пробами.

Проба Штанге — задержка дыхания на вдохе. В положении сидя надо сделать вдох и выдох, а затем снова глубокий вдох (не максимальный), одновременно зажав пальцами нос. По секундомеру отмечается время от момента задержки дыхания до ее прекращения. Начало последнего фиксируется по первому сокращению диафрагмы, о чем можно судить по колебаниям брюшной стенки, которые обусловлены волевым компонентом, направленным на более длительную задержку дыхания. Здоровые взрослые люди способны задерживать дыхание на вдохе в течение 40–50 с, а тренированные спортсмены — 60–180 с. С нарастанием тренированности время задержки дыхания возрастает.

При проведении этой пробы повышается внутригрудное давление, что приводит к затруднению кровотока через легкие. Приток крови к левому желудочку сердца уменьшается, при этом правый желудочек совершает большую работу, связанную с преодолением увеличившегося внутригрудного давления. В период выполнения пробы нарушается ритмичность сердечных сокращений, учащается пульс, повышается венозное давление, систолическое давление вначале возрастает, а затем снижается.

У здоровых лиц спустя 1–2 мин после пробы все показатели нормализуются.

Проба Генчи — задержка дыхания на выдохе. После полного вдоха и выдоха обследуемый делает обычный выдох и задерживает дыхание. Здоровые нетренированные люди могут таким образом задерживать дыхание в течение 20–30 с, спортсмены — 30–90 с. При наличии каких-либо отклонений в состоянии сердечно-сосудистой системы, а также со стороны органов дыхания продолжительность задержки сокращается на 50% и более.

Комбинированная проба Серкина. 1-я фаза: определяется время, в течение которого обследуемый может задержать дыхание на фазе вдоха в положении сидя; 2-я фаза: определяется время задержки дыхания на фазе вдоха непосредственно после 20 приседаний, выполненных в течение 30 с; 3-я фаза через одну минуту повторяется 1-я фаза. Оценка производится по таблице 13.

Таблица 13 — Оценка пробы Серкина

Контингент обследуемых	Фазы		
	1	2	3
Здоровые, тренированные	45–60 с	Более 50% 1-й фазы	Более 100% 1-й фазы
Здоровые, нетренированные	35–45 с	30–50% 1-й фазы	70–100% 1-й фазы
Со скрытой недостаточностью кровообращения	20–35 с	Менее 30% 1-й фазы	Менее 70% 1-й фазы

4.2. Исследование функционального состояния нервной и нервно-мышечной систем

Объективное исследование. К нему относятся исследования координационной функции нервной системы, вегетативной нервной системы и нервно-мышечной системы.

Исследование координационной функции нервной системы производится с помощью пробы Ромберга

Проба основана на определении способности сохранять равновесие и заключается в следующем: сняв обувь, обследуемый принимает положение стоя с опорой на одной ноге. Другая нога согнута так, что ее подошвенная поверхность приставлена к коленной чашечке опорной ноги. Руки вытянуты вперед, пальцы раздвинуты (без напряжения), глаза закрыты. Последнее необходимо, чтобы исключить коррекцию тела со стороны зрительного анализатора.

При оценке пробы принимают во внимание степень устойчивости (стоит неподвижно, покачивается), дрожание (тремор) век и пальцев и, главное, длительность сохранения равновесия. Твердая устойчивость позы более 15 с При отсутствии тремора пальцев и век проба оценивается хорошо; покачивание, небольшой тремор век и пальцев при удержании позы в течение 15 с — удовлетворительно; поза удерживается меньше 15 с — неудовлетворительно.

Исследование вестибулярного анализатора производится с помощью пробы Яроцкого, основанной на определении времени, в течение которого обследуемый способен сохранять равновесие при раздражении вестибулярного аппарата непрерывным вращением головы.

Обследуемому предлагают в положении стоя делать круговые движения головой в одном направлении (темп — 2 оборота в 1 с). Длительность сохранения равновесия определяется по секундомеру. Для страховки надо встать вблизи обследуемого, так как падение может привести к травме.

Индивидуальные колебания времени сохранения устойчивости при проведении пробы Яроцкого довольно велики. Нормальному состоянию вестибулярного аппарата соответствует удержание в течение 30 с. У тренированных спортсменов оно может достигнуть 90 с и более. Переутомление снижает время удержания равновесия.

Исследование вегетативного отдела нервной системы:

Индекс Кердо(ИК) — показатель, использующийся для оценки деятельности вегетативной нервной системы (ВНС).

Данный индекс позволяет определить особенности функционирования вегетативной нервной системы для оценки способности организма справляться со стрессовыми нагрузками. Особенности работы вегетатики предопределяют психологические и физические качества. Симпатотоники более подвижны, легко увлекаются и быстро охлаждаются ко всему новому. Ваготоники более основательны, трудны на подъем, им требуется время, чтобы вработаться. Они дольше тратят время на усвоение новой информации, но она и лучше закрепляется у них в памяти. Из симпатотоников получаются хорошие спринтеры, а из ваготоников — стайеры.

Индекс вычисляется по формуле 20:

$$ИК=100 \times (1-ДАД/ЧСС), \quad (20)$$

где: ДАД — диастолическое артериальное давление (мм рт. ст.); ЧСС — частота пульса (уд/мин).

Если значение этого индекса больше нуля, то говорят о преобладании возбуждающих влияний в деятельности вегетативной нервной системы, если меньше нуля, то о преобладании тормозных, если равен нулю, то это говорит о функциональном равновесии. Индекс Кердо будет больше нуля если пульс больше диастолического давления, равен нулю при их равенстве и меньше нуля при превышении ДАД над пульсом:

ИК=0 — эйтония, баланс симпатических и парасимпатических влияний;

ИК>0 — симпатотония;

ИК<0 — ваготония.

В зависимости от преобладания тонуса отделов вегетативной нервной системы отмечают различия вегетативных реакций:

•ваготоники (преобладание активности парасимпатического отдела ВНС) — склонность к покраснению кожных покровов, холодные руки и

ноги, заболевания протекают с невысокой температурой, характерны обмороки, головные боли, головокружения, низкое АД, брадикардия.

•симпатотоники (преобладание симпатического отдела ВНС) — кожа бледная и сухая, потоотделение снижено, заболевания с высокой температурой, склонность к повышенному АД, тахикардия.

Если сам типаж (симпато- или ваготоник) можно определять в статических пробах в состоянии покоя, то углубленно исследовать функциональное состояние человека нужно по реактивности.

Методы определения состояния вегетативной системы основаны на том, что ее отделы, симпатический и парасимпатический, противоположно влияют на функцию отдельных органов, в частности на сердце. Функциональной нагрузкой, вызывающей изменение активности одного из отделов вегетативной нервной системы, и в частности частоты сердечных сокращений, служит перемена положения тела в пространстве (механизм такого влияния еще не изучен):

1. Исследование функционального состояния симпатического отдела вегетативной нервной системы проводится с помощью **ортостатической пробы**. Проба основана на том, что тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы и соответственно частота сердечных сокращений (ЧСС) увеличивается при переходе из горизонтального положения (клино-статика) в вертикальное (ортостатика). Таким образом, разница в частоте пульса при переходе из клиностатики в ортостатику позволяет количественно оценить состояние симпатической иннервации сердца, возбудимость и тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы в целом.

Ортостатическая проба проводится следующим образом: обследуемый ложится на кушетку, через 3–4 мин в течение 15 с подсчитывают частоту пульса, затем обследуемый встает и в течение первых 15 с после перехода в вертикальное положение ЧСС подсчитывают снова. Учащение пульса, пересчитанное на 1 мин, при нормальном тонусе и возбудимости симпатической нервной системы не должно превышать 12–18 уд. Увеличение ЧСС менее чем на 12 или более чем на 18 уд. свидетельствует соответственно о понижении или повышении возбудимости и тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы.

2. Исследование функционального состояния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы проводится с помощью **клиноортостатической пробы**. Она основана на том, что при переходе из вертикального положения в горизонтальное повышается тонус парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что проявляется в урежении сердечных сокращений.

Клиноортостатическую пробу проводят в обратном порядке по сравнению с предыдущей. Нормальная возбудимость парасимпатического отдела вегетативной нервной системы выражается в урежении пульса на 4–12 уд. в пересчете на 1 мин. Более заметное урежение пульса указывает на повышенную возбудимость этого отдела нервной системы.

Исследование нервно-мышечной системы

1. Исследование функционального состояния нервно-мышечной системы при помощи количественной оценки сократимости мышц. Последняя является одним из важнейших свойств мышц, зависящих как от состояния самой мышцы, так и нервной системы, включая ее высшие отделы.

Сократимость исследуется с помощью измерения максимальной силы кисти динамометром, определения статической выносливости кисти и брюшного пресса.

Статическую выносливость кисти определяют с помощью водяного манометра следующим образом: правой кистью сжимают грушу манометра с максимальной силой и отмечают по шкале величину усилия в сантиметрах водяного столба. Затем сжимают грушу с усилием, равным $\frac{3}{4}$ от максимального, и пытаются удержать водяной столб на этом уровне как можно дольше. Продолжительность удержания водяного столба на этом уровне измеряют секундомером.

Нормативы оценки: для мужчин и женщин соответственно менее 30 и 20 с — «неудовлетворительно»; 30–45 с и 20–30 с — «удовлетворительно»; более 45 с и более 30 с — «хорошо».

При определении статической выносливости брюшного пресса хронометрируют продолжительность удержания угла в упоре двумя руками. Нормативы оценки у мужчин и женщин соответственно 10 и 5 с — «неудовлетворительно», 10–15 и 5–10 с — «удовлетворительно», более 15 и 10 с — «хорошо».

2. Исследование функционального состояния нервно-мышечной системы с помощью оценки ее лабильности. Последняя определяется измерением максимальной частоты движения кисти. Такую частоту узнают по количеству точек, проставленных на бумаге за 40 с (по 10 с в каждом из четырех, предварительно пронумерованных прямоугольниках размером 6×10 см). Сидя за столом, по команде начинают с максимальной частотой ставить точки (для облегчения подсчета ставят точки, делая концентрические движения рукой). Через каждые 10 с по команде без паузы переносят руку на следующий квадрат, продолжая выполнять движения с максимально доступной частотой. По истечении 40 с по команде «Стоп!» работа прекращается. При подсчете точек, чтобы не сбиться, ведут карандаш от точки к точке, не отрывая его от бумаги.

Показателями функционального состояния двигательной сферы являются максимальная частота в первые 10 с и ее изменение в течение остальных 3–10-секундных периодов. Нормальная максимальная частота движения руки у тренированных спортсменов — 70 точек за 10 с. Она свидетельствует о хорошем функциональном состоянии двигательной сферы. Постепенно снижающаяся частота движения указывает на недостаточную функциональную устойчивость, а ступенчатое возрастание частоты до нормального уровня или выше свидетельствует о недостаточной лабильности двигательной сферы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамова, Т.Ф.* Лабильные компоненты массы тела — критерии общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам: методические рекомендации / Т.Ф. Абрамова, Т.М. Никитина, Н.И. Кочеткова. — М.: ООО «Скайпринт», 2013. — 132 с.

2. *Аулик, И.В.* Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И.В.Аулик. — М.: Медицина, 1979. — 79 с.

3. Система управления тренировочным процессом на основе многофункциональных научно-исследовательских стендов / К.К. Бондаренко [и др.] // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности: сб. статей (матер. IV Междунар. науч.-техн. конф.), Минск, 18–19 февр. 2016. — Минск: БНТУ. — С. 118–122.

4. *Бондаренко, К.К.* Определение доминантных показателей специальной работоспособности спортсменов с различным характером соревновательной деятельности / К.К. Бондаренко, А.Е. Бондаренко // Организация и методика учебного процесса, физкультурно-оздоровительной работы: материалы VIII Международной научно-методической конференции. — М.: УРАО, 2004. — Ч.3. — С.28–32.

5. *Бондаренко, К.К.* Определение индивидуально-типологических особенностей в скоростно-силовых видах спорта / К.К. Бондаренко // Известия Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины. — Гомель: ГГУ, №3(12), 2002. — С. 135–141.

6. *Карпман, В.Л.* Тестирование в спортивной медицине / В.Л.Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. — М.: Физкультура и спорт, 1988. — 206 с.

7. *Карташева, Н.В.* Методические указания и темы контрольных работ по курсу «Спортивная медицина» для студентов 4 и 5 курсов заочного обучения специальности «Физическое воспитание»: учеб. пособие / Н. В.Карташева, И.Н. Серегов. — Гомель: ГГУ, 1982. — С. 3–9.

8. *Квашук, П.В.* Мышечная и жировая массы тела как показатели долговременной адаптации / П.В. Квашук, К.К. Бондаренко, А.Е. Бондаренко // Известия Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины. — Гомель: ГГУ, №1(40), 2007. — С.86–88.

9. *Медведев, В.А.* Методы контроля физического состояния и работоспособности студентов: учеб. пособие / В.А. Медведев, О.П. Маркевич. — Гомель: ГГМУ, 2004. — 50 с.

10. *Матвеев, Л. П.* Теория и методика физической культуры: учебник для институтов физической культуры / Л.П.Матвеев. — М.: Физкультура и спорт, 1991. — 543 с.

11. *Новик, Г.В.* Теоретические аспекты физической культуры в высшем учебном заведении: методические рекомендации: в 4 ч. / Г.В. Новик, Н.В. Карташева, Т.Ф. Геркусова. — Гомель: УО «ГомГМУ», 2007. — Ч. 2. — 40 с.

12. *Томащук, Е.А.* Функциональные пробы в клинике и спорте: методическое пособие / Е.А. Томащук, Л.А. Пирогова, Н.И. Велитченко. — Гродно, 1994. — С. 24–29.

13. Физическое воспитание студентов и учащихся: учеб. пособие / под ред. Н.Я. Петрова, В.А. Соколова. — Минск: Полымя, 1988. — 256 с.

14. Физическое воспитание: учебник / под ред. В.А. Головина, В. А. Маслякова, А. В. Коробковаидр. — Минск: Высш. школа, 1983. — С. 238–250.

15. Физическая культура студента: учебник / под ред. В.И. Ильинича.— М.: Гардарики, 2001. — 448 с.

16. Управление физическим состоянием организма. Тренирующая терапия / Т.В. Хутиев [и др.].— М.: Медицина, 1991. — 152 с.

17. Практические занятия по врачебному контролю / под ред. А. Г. Дембо.— М.: Физкультура и спорт, 1976.—128 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Расчет учащения пульса на 1-й минуте восстановления после нагрузки в процентах к исходной величине

Частота пульса за 10 с в покое	Частота пульса за 10 с после нагрузки																									
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
7	14	28	43	57	71	86	100	114	128	143	157	171	186	200	214	228	243	257	271	286	300	314	328	343	357	371
8		12	25	37	50	62	75	87	100	112	125	137	150	162	175	187	200	212	225	237	250	262	275	287	300	312
9			11	22	33	44	55	66	77	88	100	111	122	133	144	155	166	177	188	200	211	222	233	244	255	266
10				10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
11					9	18	27	37	45	54	64	72	81	91	100	109	118	127	137	145	154	164	172	181	190	200
12						8	17	25	33	42	50	58	67	75	83	92	100	108	117	125	133	142	150	158	167	175
13							8	15	23	31	38	46	54	61	68	77	85	92	100	108	115	123	131	138	146	154
14								7	14	21	28	36	43	50	57	64	71	78	85	92	100	107	114	121	128	136
15									7	13	20	27	33	40	47	53	60	67	73	80	85	93	100	107	113	120
16										6	12	19	25	31	37	44	50	56	62	69	75	81	87	94	100	106

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Расчет учащения пульса на 1 -й мин. восстановления после нагрузки в процентах к исходной величине

Пульсовое давление в покое, мм рт. ст.	Пульсовое давление после нагрузки, мм рт. ст.																							
	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160
30							166	183			233													
40	12	25	37	50	62	75	87	100	112	125	137	150	162	175	187	200	212	225	237	250	262	275	287	300
45		11	22	33	44	55	67	78	89	100	111	122	133	144	155	166	177	188	199	211	222	239	244	255
50			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
55				9	18	27	36	45	54	64	73	82	91	100	109	119	127	136	145	154	164	173	182	191
60					8	17	25	33	42	50	58	67	75	83	92	100	108	117	125	133	142	150	158	167
65						8	15	23	31	38	46	54	61	69	77	85	92	100	108	115	123	131	138	146
70							7	14	21	28	36	43	50	57	64	71	78	86	93	100	107	114	121	128
75								7	13	20	27	33	40	47	53	60	67	73	80	87	93	100	107	113
80									6	12	19	25	31	37	44	50	56	62	69	75	81	87	94	100

Приложение 3

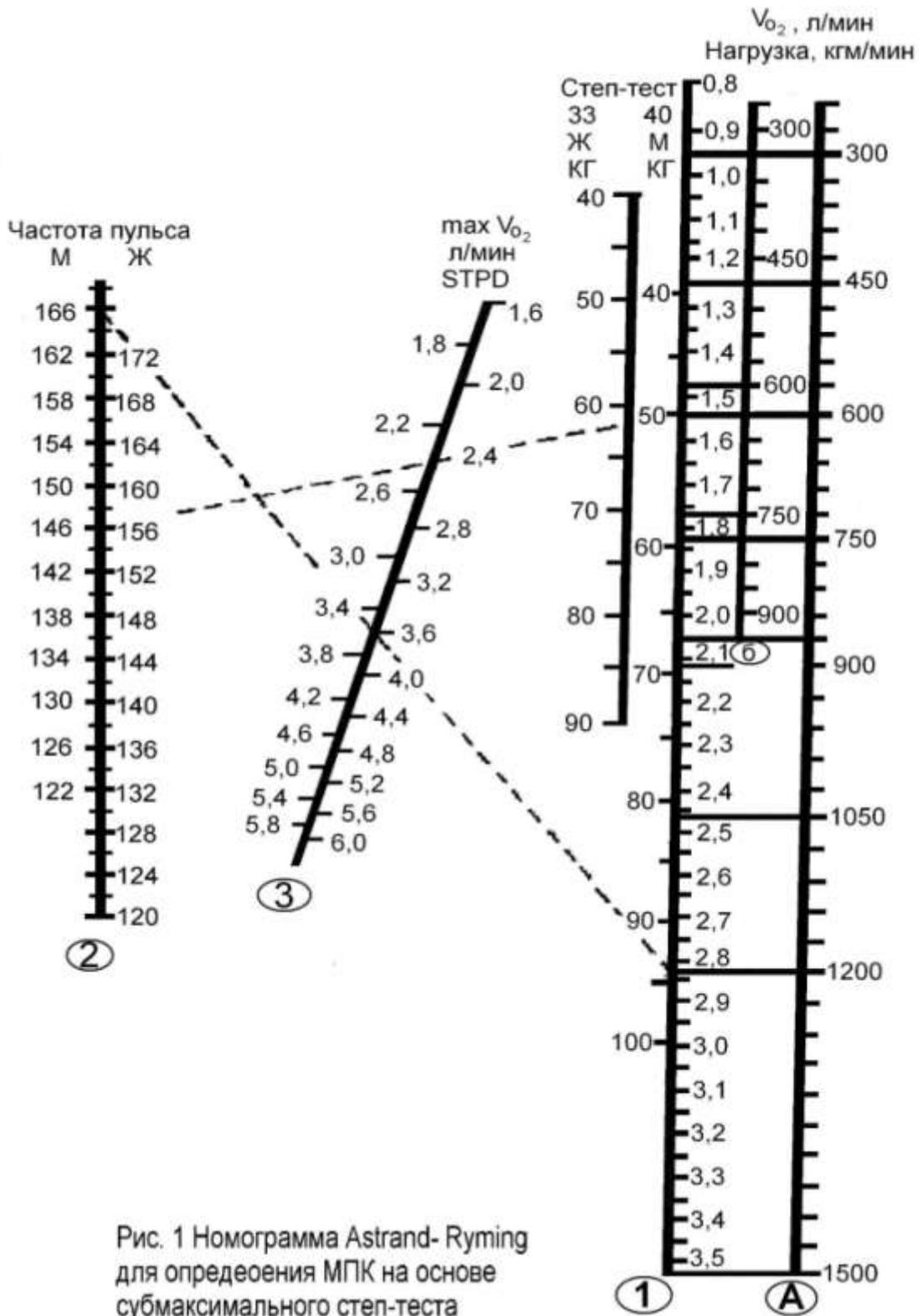


Рис. 1 Номограмма Astrand- Ryming для определения МПК на основе субмаксимального степ-теста

Приложение 4

К расчету МПК (VO_2max) по формуле фон Добелна

Возраст, лет	$E \ 0,000884 \times T$
18	0,853
19	0,846
20	0,839
21	0,831
22	0,823
23	0,817
24	0,809
25	0,799
26	0,794
27	0,788
28	0,779
29	0,773
30	0,767

Возрастные поправочные коэффициенты к величинам максимального потребления кислорода по номограмме I. Astrand (1960г)

Возраст (лет)	15–24	25–34	35–39	40–44	45–49	50–54	55–59	60–64	65
Фактор	1,10	1,0	0,87	0,83	0,78	0,75	0,71	0,68	0,65

Учебное издание

**Новик Галина Владимировна
Бондаренко Константин Константинович**

**ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА
ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ**

**Учебно-методическое пособие
для студентов 2 курса лечебного,
медико-диагностического факультетов
учреждений высшего медицинского образования**

В четырех частях

Часть 2

Редактор *Т. М. Кожемякина*
Компьютерная верстка *Ж. И. Цырыкова*

Подписано в печать 10.04.2019.
Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная 70 г/м². Гарнитура «Гаймс».
Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,54. Тираж 80 экз. Заказ № 140.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/46 от 03.10.2013.
Ул. Ланге, 5, 246000, Гомель