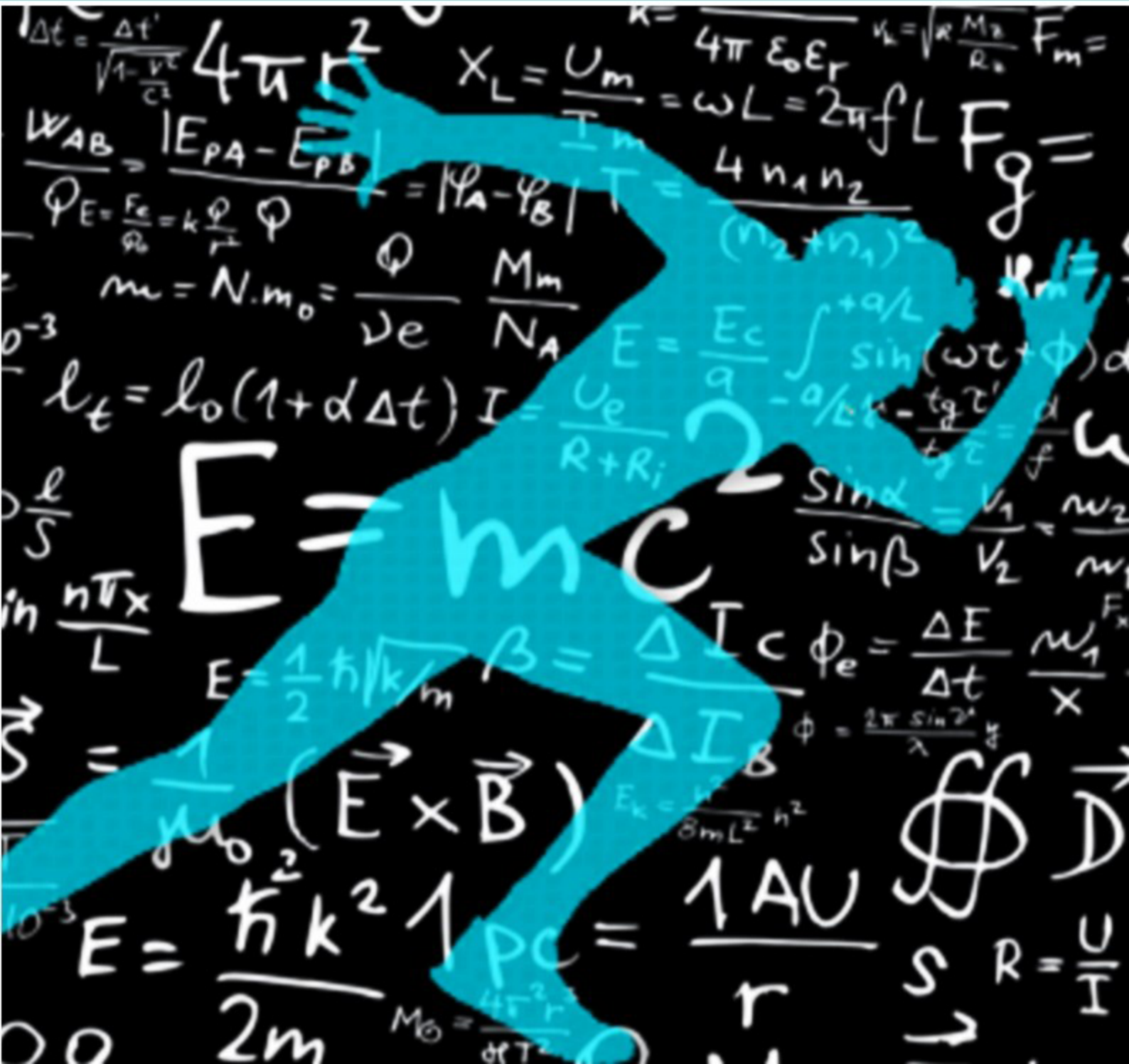
Махов С. Ю.

МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ВЫЖИВАНИЯ

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ И СПОРТЕ

Учебно-методическое пособие



МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ И ВЫЖИВАНИЯ

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ И СПОРТЕ

Электронный учебный курс

УДК 796.012
ББК 75.0
И74

И74
Методы измерения и контроля в физическом воспитании и спорте [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Сост. С. Ю. Махов – Электрон. текстовые данные. – Орел: МАБИВ, 2020. – 89 с.

© С. Ю. Махов, 2020
© Межрегиональная Академия безопасности и выживания, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОНЯТИЕ САМОКОНТРОЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

2. МЕТОДЫ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СИСТЕМЕ САМОКОНТРОЛЯ

3. МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ

4. ТЕСТЫ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ

5. СУБМАКСИМАЛЬНЫЕ ТЕСТЫ НА УСИЛИЕ

6. СУБМАКСИМАЛЬНЫЕ НАГРУЗОЧНЫЕ ТЕСТЫ

КОНТРОЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

1. ПОНЯТИЕ САМОКОНТРОЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Самоконтроль за физическим состоянием - это самостоятельное наблюдение за состоянием своего здоровья, физическим развитием, функциональным состоянием организма, физической подготовленностью и их изменениями под влиянием занятий физическими упражнениями и спортом.

Самоконтроль является существенным дополнением к врачебному и педагогическому контролю, но ни в коем случае их не заменяет. По критериям оценки самоконтроль подразделяется на субъективный и объективный.

К **субъективным** показателям самоконтроля относятся: самочувствие, настроение, наличие или отсутствие болевых или других неприятных ощущений, сон, аппетит, отношение к занятиям (физическим нагрузкам) и др.

К **объективным** показателям самоконтроля относятся: частота пульса (частота сердечных сокращений - ЧСС), артериальное давление (АД), масса, сила мышц (мышечных групп), жизненная емкость легких (ЖЕЛ), частота дыхания (ЧД), спортивные (контрольные) результаты, тесты физического состояния и др.

Наиболее удобная форма самоконтроля - ведение дневника, содержание и построение которого может быть различным. Он включает как субъективные, так и объективные показатели самоконтроля.

При занятиях физической культурой по учебной программе, а также при самостоятельных занятиях можно ограничиться такими показателями, как самочувствие, сон, аппетит, болевые ощущения, пульс, масса, тренировочные нагрузки, нарушение режима, спортивные результаты.

Самочувствие является субъективной оценкой состояния организма, отмечается как хорошее, удовлетворительное и плохое. При плохом самочувствии фиксируется характер необычных ощущений.

Сон характеризуется продолжительностью и глубиной, а также нарушениями (трудное засыпание, беспокойный сон, бессонница, недосыпание и др.).

Аппетит бывает хороший, пониженный, чрезмерный. Различные отклонения в состоянии здоровья быстро отражаются на аппетите, поэтому его существенные изменения, как правило, являются результатом пере-утомления, заболевания или несоблюдения правил культуры питания.

Пульс — важный показатель состояния организма. Врачебная норма – 60-90 уд/мин в покое. Обычно на учебных занятиях по физической культуре частота пульса при средней нагрузке достигает 130-150 уд/мин.

На спортивных тренировках, при значительных физических нагрузках пульс доходит до 180-200 уд/мин и более. После большой физической нагрузки пульс приходит к исходным значениям через 20.30 мин, иногда через 40-50 мин. Если в указанное время после учебно-тренировочного занятия пульс не возвращается к исходным значениям, то это свидетельствует о наступлении большого утомления в связи с недостаточной физической подготовленностью или наличием каких-то отклонений в состоянии организма.

Для оценки деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем можно применять различные функциональные пробы, а их результаты записывать в дневник самоконтроля.

Массу тела рекомендуется определять утром натощак, в одном и том же костюме. В первом периоде тренировки масса обычно снижается, затем стабилизируется и в дальнейшем за счет прироста мышечной массы несколько увеличивается.

Тренировочные нагрузки основной части занятия и нарушение режима вместе с другими показателями дают возможность объяснить различные отклонения в состоянии организма.

Болевые ощущения - в мышцах, голове, в правом или левом боку и в области сердца - могут наступать при нарушениях режима дня при общем утомлении организма, формировании тренировочных нагрузок и т.п.

Наблюдение за спортивными результатами является важным для самоконтроля; оно показывает, правильно ли применяются средства и методы занятий и тренировок, и может выявить дополнительные резервы для роста физической подготовленности.

Самоконтроль помогает занимающимся физическими упражнениями и спортом лучше познать самого себя, приучает следить за собственным здоровьем, прививать грамотное и осмысленное отношение к занятиям физическими упражнениями.

2. МЕТОДЫ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СИСТЕМЕ САМОКОНТРОЛЯ

Физическое развитие - это изменение форм и функций организма человека в течение его жизни, напрямую зависящее от образа жизни. Определить уровень и особенности физического развития можно, прежде всего, с помощью антропометрии.

Антропометрия - система измерений и исследований в антропологии линейных размеров и других физических характеристик тела.

Антропометрические измерения проводят по общепринятой методике с использованием специальных, стандартных инструментов. Измеряются: рост стоя и сидя, масса тела, окружность шеи, грудной клетки, талии, живота, плеча, предплечья, бедра, голени, жизненная емкость легких, становая сила и сила мышц кисти, плечевой, грудной клетки и тазогребневой диаметры, жироотложение.

Уровень физического развития оценивается с помощью трех методов: **антропометрических стандартов, корреляции и индексов**.

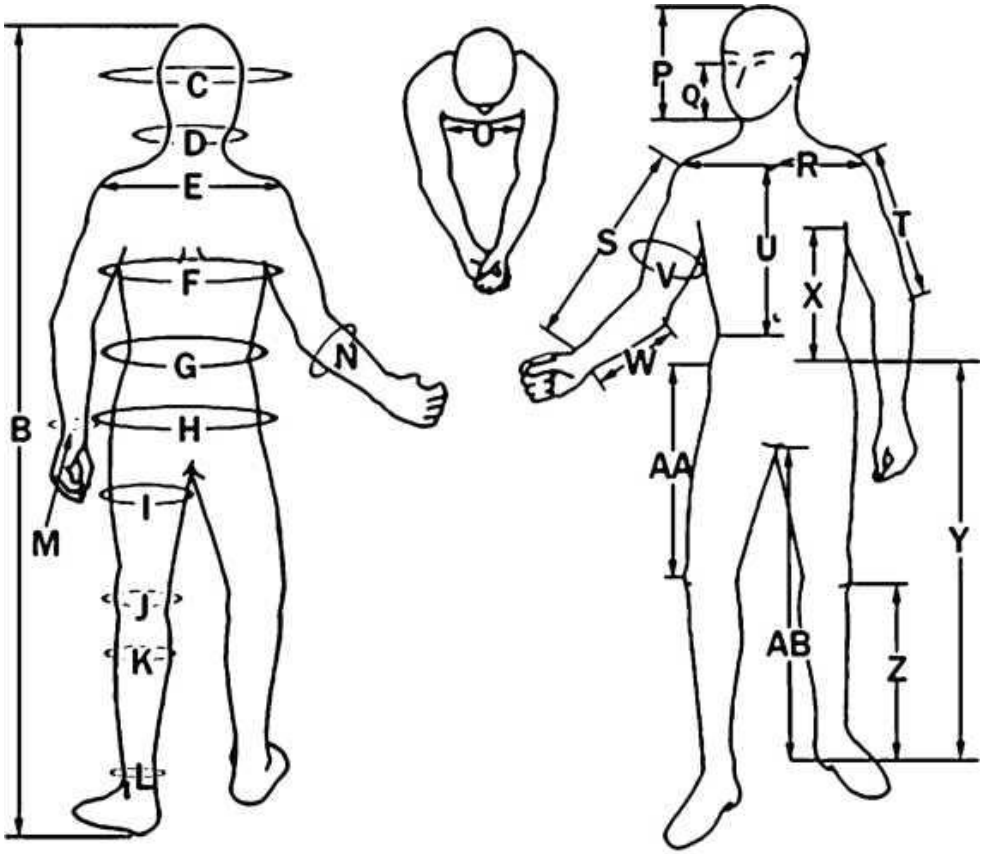


Рис. 1.
Антропометрические стандарты

Антропометрические стандарты - это средние значения признаков физического развития (рис. 1), полученные при обследовании большого контингента людей, однородного по составу (возрасту, полу, профессии и т.д.).

Средние значения (стандарты) антропометрических признаков определяются методом математической статистики.

Для каждого признака вычисляют среднее арифметическое значение (M - медиана) и среднеквадратичное отклонение (S - сигма), которое определяет границы однородной группы (нормы). Так, например, если средний рост студентов 173+6 см, то большинство обследованных (68.75) имеют рост в пределах от 167 (173 - 6) см до 179 (173 + 6) см.

При оценке сначала определяется отличие показателей обследуемого от аналогичных стандартных. Например, обследуемый имеет рост 181,5 см, а средний показатель по стандартам (173 см при S = +6); значит, рост данного субъекта на 8,5 см больше среднего. Затем полученная разница делится на показатель S. Оценка определяется в зависимости от значения полученного частного: меньше —2,0 (очень низкий); от —1,0 до -2,0 (низкий); от —0,6 до —1,0 (ниже среднего); от —0,5 до +0,5 (средний); от + 0,6 до +1,0 (выше среднего); от +1,0 до +2,0 (высокий), больше +2,0 (очень высокий). Получаем частное: 8,5/6,0 = 1,4. Следовательно, рост обследуемого соответствует оценке «высокий».

Индексы физического развития — это показатели физического развития, представляющие соотношение различных антропометрических признаков, выраженных в априорных математических формулах.

Метод индексов позволяет делать ориентировочные оценки изменений пропорциональности физического развития. Индекс — соотношение двух или нескольких антропометрических признаков. Индексы построены на связи антропометрических признаков (массы с ростом, жизненной емкостью легких, силой и т.п.) Разные индексы включают разное количество признаков: простые (два признака), сложные (более двух). Приведем наиболее часто встречающиеся индексы.

Ростовой индекс Брока-Бругша. Для получения должного значения массы из роста до 165 см вычитается 100; при росте от 165 до 175 см вычитается 105, а при росте 175 см и выше — 110. Полученная разность и считается должной массой.

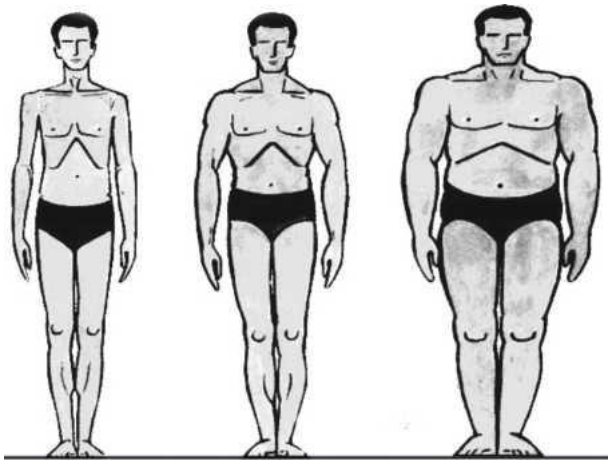


Рис. 2. Типы телосложения человека (1.Астеник 2.Нормостеник 3.Гиперстеник)

Таблица 1

Телосложение	Женщины	Мужчины
Астеник	Рост (см) х 0,325	Рост (см) х 0,375
Нормостеник	Рост (см) х 0,340	Рост (см) х 0,390
Гиперстеник	Рост (см) х 0,355	Рост (см) х 0,410

Весоростовой индекс (Кетле). Определяется делением массы (г) на рост (см). Средними показателями считаются 350…400 г/см у мужчин и 325…375 г/см у женщин.

Для более точного определения массы тела необходимо учитывать тип телосложения и идеальную массу. Типы телосложения показаны на рис. 2.

Идеальная масса вычисляется в соответствии с табл. 1.

Жизненный индекс. Определяется путем деления показателей жизненной емкости легких (мл) на массу тела (кг).

Среднее значение составляет: для мужчин - 60 (спортсмены 68.70) мл/кг; для женщин - 50 (спортсменки 57.60) мл/кг.

Силовой индекс. Получают делением показателя силы на массу и выражают в процентах. Средними значениями считаются сила кисти:

- ✓ мужчин 70-75/масса
- ✓ женщин 50-60/масса
- ✓ спортсменов 75-81/масса
- ✓ спортсменок 60-70/масса

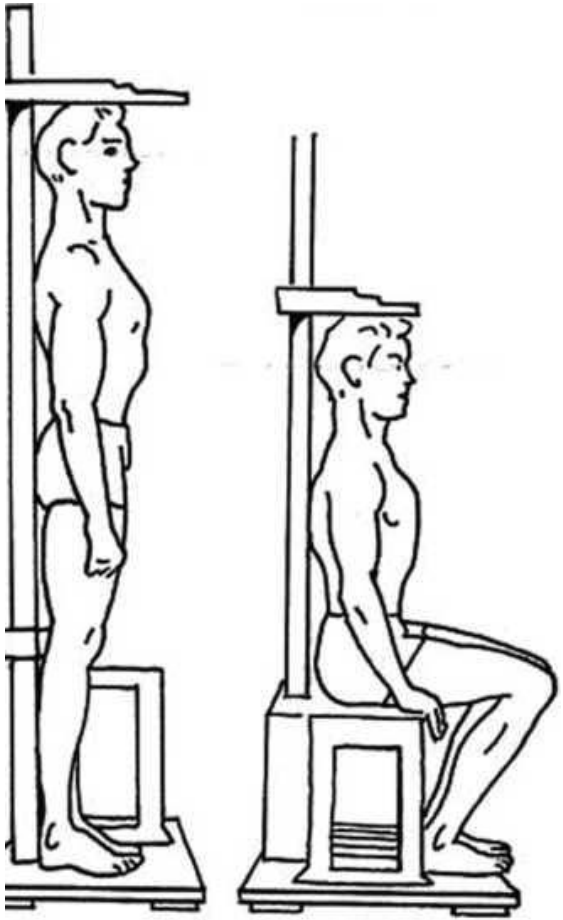


Рис. 3. Определение длины тела

Коэффициент пропорциональности (КП). Можно определить, зная длину тела в двух положениях (рис. 3), по формуле:

КП = Рост стоя – рост сидя/Рост сидя х 100%

В норме КП = 87-92.

КП имеет определенное значение при занятиях спортом.

Лица с низким КП имеют при прочих равных условиях более низкое расположение центра тяжести, что дает им преимущество при выполнении упражнений, требующих высокой устойчивости тела в пространстве (горнолыжный спорт, прыжки с трамплина, борьба и др.).

Лица, имеющие высокий КП (более 92), имеют преимущество в прыжках, беге. У женщин КП несколько ниже, чем у мужчин.

Показатель крепости сложения. Выражает разницу между длиной тела и суммой массы тела и окружности грудной клетки на выдохе. Например, при росте 181 см, массе 80 кг, окружности грудной клетки 90 см этот показатель будет равен 181 — (80 + 90) = 11.

У взрослых разность меньше 10 можно оценить, как крепкое телосложение, от 10 до 20 — как хорошее, от 21 до 25 — как среднее, от 26 до 35 — как слабое и более 36 — как очень слабое.

Следует, однако, учитывать, что показатель крепости телосложения может ввести в заблуждение, если большие значения массы тела и окружности грудной клетки связаны не с развитием мускулатуры, а являются следствием ожирения.

3. МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ

Функциональное состояние — комплекс свойств, определяющий уровень жизнедеятельности организма, системный ответ организма на физическую нагрузку и отражающий степень интеграции и адекватности функций выполняемой работе. При исследовании функционального состояния организма, занимающегося физическими упражнениями, наиболее важны изменения систем кровообращения и дыхания, именно они имеют основное значение для решения вопроса о допуске к занятиям спортом и о «дозе» физической нагрузки, от них во многом зависит уровень физической работоспособности.

Важнейший показатель функционального состояния сердечно-сосудистой системы — пульс (ЧСС) и его изменения.

Пульс покоя. Измеряется в положении сидя при прощупывании височной, сонной, лучевой артерий или по сердечному толчку по 15-секундным отрезкам 2-3 раза подряд, чтобы получить достоверные цифры. Затем делается перерасчет на 1 мин (число ударов в минуту).

ЧСС в покое в среднем у мужчин 55.70 уд/мин, у женщин — 60.75 уд/мин. Если пульс выше этих цифр, то он считается учащенным (***тахикардия***), если меньше — то замедленным (***брадикардия***).

Для характеристики состояния сердечно-сосудистой системы имеют также большое значение данные артериального давления.

Артериальное давление. Различают максимальное (систолическое) и минимальное (диастолическое) давления.

Нормальным артериальным давлением для молодых людей считается: максимальное — от 100 до 129 мм рт. ст., минимальное — от 60 до 79 мм рт. ст.

Артериальное давление от 130 мм рт. ст. и выше для максимального и от 80 мм рт. ст. и выше для минимального называется ***гипертоническим*** состоянием, соответственно ниже 100 и 60 мм рт. ст. — ***гипотоническим***.

Для характеристики сердечно-сосудистой системы большое значение имеют изменения работы сердца и артериального давления после физической нагрузки и длительность восстановления. Такое исследование проводится с помощью различных функциональных проб.

Функциональная проба. Неотъемлемая часть комплексной методики врачебного контроля лиц, занимающихся физической культурой и спортом. Применение таких проб необходимо для полной характеристики функционального состояния организма занимающегося и его тренированности.

Результаты функциональных проб оцениваются в сопоставлении с другими данными врачебного контроля. Нередко неблагоприятные реакции на нагрузку при проведении функциональной пробы являются наиболее ранним признаком ухудшения функционального состояния, связанного с заболеванием, переутомлением, перетренированностью.

Приведем наиболее часто встречающиеся функциональные пробы, используемые в спортивной практике, а также пробы, которые можно использовать при самостоятельных занятиях физической культурой.

Пульс человека и его артериальное давление находятся в определенной зависимости от физической нагрузки.

В начале нагрузок максимальное давление повышается, потом стабилизируется на определённом уровне. После прекращения работы (первые 10.15 мин) максимальное давление снижается ниже исходного уровня, а потом приходит в начальное состояние.

Минимальное же давление при лёгкой или умеренной нагрузке не изменяется, а при напряжённой тяжёлой работе немного повышается.

Известно, что значения пульса и минимального артериального давления в норме численно совпадают.

Кердо предложил высчитывать индекс по формуле:

ИК = Д / П

где Д — минимальное давление; П — пульс.

У здоровых людей этот индекс близок к единице. При нарушении нервной регуляции сердечно-сосудистой системы (ССС) он становится большим или меньшим единицы.

О состоянии нормальной функции сердечно-сосудистой системы можно судить по коэффициенту экономизации кровообращения, который отражает выброс крови за 1 мин. Он вычисляется по формуле:

(АДмакс — АДмин) × П

где АД — артериальное давление; П — пульс.

У здорового человека его значение приближается к 2600. Увеличение этого коэффициента указывает на затруднения в работе ССС.

Наиболее простой тест на физическую работоспособность заключается в 20 приседаниях за 30 с. Занимающийся отдыхает сидя 3 мин. Затем подсчитывается ЧСС за 15 с с пересчетом на 1 мин (исходная частота). Далее выполняются 20 глубоких приседаний за 30 с, поднимая руки вперед при каждом приседании, разводя колени в стороны и сохраняя туловище в вертикальном положении. Сразу после приседаний, в положении сидя, вновь подсчитывается ЧСС в течение 15 с с пересчетом на 1 мин.

Определяется увеличение ЧСС после приседаний сравнительно с исходной (%). Например, пульс исходный 60 уд/мин, после 20 приседаний 81 уд/мин, поэтому:

$$(80 - 60)/60 \times 100 = 35$$

Таблица 2

Тест	Пол	Значение параметра для оценки				
		5	4	3	2	1
ЧСС в покое после 3 мин отдыха в положении сидя, уд/мин	Ж М	< 71 < 66	71-78 66-73	79-87 74-82	88-94 83-89	> 94 > 89
20 приседаний за 30 с, %	Ж, М	< 36	36-55	56-75	76-95	> 95
Восстановление пульса после нагрузки, уд/мин	Ж, М	< 2	2-4	5-7	8-10	> 10
Проба на задержку дыхания (проба Штанге), с	Ж, М	> 74	74-60	59-50	49-40	< 40
ЧСС х $АД_{макс}$ / 100	Ж, М	< 70	70-84	85-94	95-110	> 110

Восстановление пульса после нагрузки. Для характеристики восстановительного периода после выполнения 20 приседаний за 30 с подсчитывается ЧСС за 15 с на 3-й минуте восстановления, делается перерасчет на 1 мин и по разности ЧСС до нагрузки и в восстановительном периоде оценивается способность сердечно-сосудистой системы к восстановлению (табл. 2).

Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы наиболее широкое распространение получили гарвардский степ-тест (ГСТ) и тест PWC170. Проведение ГСТ заключается в восхождении и спуске со стандартной ступеньки в определенном темпе в течение определенного времени. Подъем осуществляется на ступеньку высотой 50 см для мужчин и 41 см для женщин в течение 5 мин в темпе 30 подъемов/мин. Если исследуемый не может поддерживать заданный темп в течение указанного времени, то работу можно прекратить, зафиксировать ее продолжительность и частоту сердечных сокращений в течение 30 с на 2-й минуте восстановления.

По продолжительности выполненной работы и пульсу вычисляют индекс гарвардского степ-теста (ИГСТ) по формуле:

ИГСТ = Продолжительность работы (с)/5,5 х число ударов пульса (с) × 100%

Более точно можно рассчитать ИГСТ, если пульс считать 3 раза: в первые 30 с на 2, 3 и 4-й минутах восстановления; тогда:

$$\textbf{ИГСТ} = t/2(f1 + f2 + f3) \times 100\%$$

где t - время восхождения, с; f1, f2, f3 - ЧСС за первые 30 с на 2, 3, 4-й минутах восстановления.

Уровень физической работоспособности по ИГСТ оценивается с использованием данных, приведенных в табл.3. Принцип оценки в тесте PWC170 основан на линейной зависимости между ЧСС и мощностью выполняемой работы, а занимающийся выполняет две относительно небольшие нагрузки.

Методика проведения теста PWC170 имеет много модификаций. Для самостоятельного применения лучше всего использовать его степэргометрический вариант (существуют также велоэргометрический, беговой и другие варианты).

При этом испытуемому предлагается выполнить две нагрузки умеренной интенсивности: восхождение на ступеньки разной высоты - от 20 до 50 см. Каждая нагрузка выполняется в течение 5 мин с определенной частотой восхождений на ступеньку (например, 30 раз/мин) с 3-минутным интервалом отдыха и без предварительной разминки.

У испытуемого в состоянии относительного покоя и в положении сидя определяется для контроля исходная ЧСС, затем он в течение 5 мин выполняет первую нагрузку. В последние 30 с работы с помощью электрокардиографа, или за 10-15 с сразу после нагрузки, повторно подсчитывается ЧСС1. После отдыха выполняется вторая, более высокая, нагрузка, и аналогично подсчитывается ЧСС2.

Значения ЧСС должны определяться как можно точнее.

Показатель работоспособности рассчитывается по формуле:

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

Мощность первой (W1) и второй (W2) нагрузки при восхождении на ступеньки определяется по формуле:

$$W = PHT \times 1,3$$

где W - мощность работы, кгм/мин; P - масса испытуемого, кг; H - высота ступеньки, м; T - количество подъемов (восхождений на ступеньку) в минуту; 1,3 - расчетный коэффициент.

Полученные абсолютные значения физической работоспособности (кгм/мин) не учитывают особенностей физического развития людей. Известно, что уровень физической работоспособности зависит не только от тренированности, но и от таких факторов, как пол, возраст, размеры тела, наследственность, состояние здоровья и т. д.

Поэтому для того, чтобы можно было сравнивать уровень физической работоспособности у людей не только различного возраста и пола, но и с различной массой тела, рассчитывают относительные значения PWC на 1 кг массы тела, (кгм/мин)/кг. Для этого полученное по формуле абсолютное значение показателя физической работоспособности необходимо разделить на значение показателя массы тела (кг).

Оценка относительной физической работоспособности у людей различного возраста и пола (обобщенные данные) приведена в табл. 4.

Ортостатическая проба. Занимающийся лежит на спине и у него определяют ЧСС (до получения стабильных цифр). После этого исследуемый спокойно встает и у него вновь измеряется ЧСС. В норме при переходе из положения лежа в положение стоя отмечается учащение пульса на 10-12 уд/мин. Считается, что учащение более 20 уд/мин - неудовлетворительная реакция, что указывает на недостаточную нервную регуляцию сердечно-сосудистой системы.

Таблица 4. Оценка физической работоспособности

Балл	**Относительная физическая работоспособность, (кгм/мин)/кг в зависимости от возраста (лет)**				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60 и боле
Мужчины					
5	> 16,6	> 15,8	> 15,0	> 14,1	> 13,6
4	15,6-16,5	14,8-13,5	14,1-14,9	13,0-14,0	12,9-13,5
3	14,2-15,2	13,4-12,6	12,6-14,0	11,9-13,2	10,2-12,8
2	13,3-4,1	12,5-11,3	11,7-12,5	10,9-11,8	9,1-10,1
1	< 13,2	< 12,4	< 11,6	< 10,8	< 9,0
Женщины					
5	> 13,4	> 12,7	>12,1	> 11,2	> 10,2
4	12,4-13,3	11,8-12,6	11,2-12,0	10,4-11,1	9,3-10,1
3	11,1-11,9	10,8-11,7	9,8-11,1	8,6-10,3	7,5-9,2
2	10,0-11,0	9,5-10,6	8,7-9,7	7,5-8,5	6,4-7,4
1	< 9,9	< 9,4	< 8,6	< 7,4	< 6,3

При выполнении физических нагрузок резко увеличивается потребление кислорода работающими мышцами, мозгом, в связи с чем возрастает функция органов дыхания. Физическая нагрузка увеличивает размеры грудной клетки, ее подвижность, повышает частоту и глубину дыхания, поэтому оценить развитие органов дыхания можно по показателю экскурсии грудной клетки (ЭКГ).

ЭКГ оценивается по увеличению окружности грудной клетки (ОКГ) при максимальном вдохе после глубокого выдоха. Например, ОКГ в спокойном состоянии - 80 см, при максимальном вдохе - 85 см, после глубокого выдоха - 77 см. Тогда:

$$\textbf{ЭКГ} = (85-77)/80 \times 100 = 10\%$$

Оценка "5" будет, если ЭКГ = 15% и более, "4" – 14-12%,

"3" - 11-9% , "2" – 8-6% и "1" - 5% и менее.

Важным показателем функции дыхания является жизненная емкость легких (ЖЕЛ), которая зависит от пола, возраста, размеров тела и физической подготовленности.

Для того чтобы оценить фактическую ЖЕЛ, ее сравнивают с должной ЖЕЛ, которая должна быть у данного человека.

Для определения должной ЖЕЛ может быть рекомендовано уравнение Людвига:

К = Фактическая ЖЕЛ/Должная ЖЕЛ х 100%

У мужчин ЖЕЛ = 40 х рост, см + 30 х масса, кг - 4400.

У женщин ЖЕЛ = 40 х рост, см + 10 х масса, кг - 3800.

У хорошо подготовленных людей фактическая ЖЕЛ колеблется в среднем от 4000 до 6000 мл и зависит от двигательной направленности.

Проба Штанге. Довольно простой способ контроля «с помощью дыхания». Надо сделать два-три глубоких вдоха и выдоха, а затем, сделав полный вдох, задержать дыхание, отметить время от момента задержки дыхания до начала следующего вдоха. По мере тренированности время задержки дыхания увеличивается. Хорошо подготовленные студенты задерживают дыхание на 60-100 с.

Проба Серкина применяется для анализа системы внешнего дыхания.

1-я фаза	Определение времени задержки на вдохе в положении сидя.
2-я фаза	Выполнение 20 приседаний за 30 с и опять определение времени задержки.
3-я фаза	Отдых в течение 1 мин стоя и вновь определение длительности задержки дыхания в положении сидя.

Результаты оцениваются по табл. 5.

Таблица 5

Категория испытуемых	**Время внешнего дыхания для фазы**		
Здоровые тренированные люди	60 и более	30 и более	Более 60
Здоровые нетренированные люди	40-55	15-25	35-55
Лица со скрытой недостаточностью кровообращения	20-35	12 и менее	24 и менее

Показатель максимального потребления кислорода (МПК). Определяется по результатам теста PWC170. Характеризует наибольшее количество кислорода, потребляемое человеком в течение 1 мин, и является критерием аэробной мощности.

В настоящее время определение МПК широко используется для решения вопроса о профессиональной пригодности, оценки физической подготовленности, а также для диагностики функционального состояния кардио-респираторной (сердечно-сосудистой и дыхательной) системы.

Прямые методы определения МПК связаны с предельными физическими нагрузками и наличием относительно дорогой и сложной аппаратуры.

МПК можно рассчитать (с ошибкой не более 10%) по формуле:

$$\textbf{МПК} = (1{,}7\text{PWC170} + 1240) / \text{P}$$

где МПК - потребление кислорода на единицу массы тела, (мл/мин)/кг; PWC170 - абсолютное значение физической работоспособности, кгм/мин; P - масса тела, кг.

Оценка физического состояния в зависимости от МПК у людей различного возраста и пола (обобщенные данные) приведена в табл. 6.

Таблица 6

Балл	**Относительная физическая работоспособность, (кгм/мин)/кг в зависимости от возраста (лет)**				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60 и боле
Мужчины					
5	> 55	> 51	> 47	> 43	> 39
4	52-55	48-51	44-47	40-43	36-39
3	44-51	40-47	36-43	32-39	27-35
2	39-43	35-39	31-25	26-31	22-26
1	< 13,2	< 12,4	< 11,6	< 10,8	< 9,0
Женщины					
5	> 48	> 44	>41	> 38	> 35
4	44-48	40-44	37-41	34-38	31-35
3	35-43	32-39	30-36	28-33	26-30
2	29-34	26-31	23-29	21-27	19-25
1	< 29	< 26	< 23	< 21	< 19

Тест Купера. Тест на физическую подготовленность организма человека. Создан американским доктором Кеннетом Купером в 1968 г. Заключается в 12-минутном беге, пройденное расстояние фиксируется, и на основе этих данных делаются выводы в спортивных или медицинских целях. Кеннет Купер создал более 30 подобных тестов, однако именно этот широко используется в профессиональном спорте. При выполнении теста задействуется 2/3 мышечной массы. Оценка результатов 12-минутного бега приведена в табл. 7.

Таблица 7

Возраст, лет	Пол	Превосход.	Отлично	Хорошо	Удовлетв.	Плохо	Очень плохо
13-19	М	> 3000	2750-3000	2500-2750	2200-2500	2100-2200	< 2100
	Ж	> 2400	2300-2400	2100-2300	1900-2100	1600-1900	< 1600
20-29	М	> 2800	2600-2800	2400-2600	2100-2400	1950-2100	< 1950
	Ж	> 2300	2300-2300	1900-2100	1800-1900	1550-1800	< 1550
30-39	М	> 2700	2700-2700	2300-2500	2100-2300	1900-2100	< 1900
	Ж	> 2200	2200-1900	1900-200	1700-1900	1500-1700	< 1500

Силовые индексы получаются делением показателей силы на массу и выражаются в процентах.

Средними значениями силы кисти у мужчин считаются 70.75% массы, у женщин - 50.60%; для становой силы у муж¬чин - 200.220%, у женщин - 135.150%. У спортсменов соответственно 75.81 и 260.300%; у спортсменок – 60-70 и 150-200%.

Разностный индекс определяется путем вычитания из роста сидя длины ног. Средний показатель для мужчин 9-10 см, для женщин – 11-12 см. Чем меньше индекс, тем, следовательно, больше длина ног, и наоборот.

При пользовании некоторыми другими индексами средние значения требуют постоянной корректировки - с учетом тренированности, возраста и пола. И заключение делается только по комплексному обследованию (ЭКГ, биохимия, антропометрия и др.).

При исследовании **статической устойчивости** в позе Ромберга проба на устойчивость тела производится так: необходимо встать в основную стойку - стопы сдвинуты, глаза закрыты, руки вытянуты вперёд, пальцы разведены (усложнённый вариант - стопы находятся на одной линии, носок к пятке).

Определяют время устойчивости и наличие дрожания кистей. У тренированных людей время устойчивости возрастает по мере улучшения функционального состояния нервно-мышечной системы.

Необходимо систематически определять **гибкость позвоночника**. Физические упражнения, особенно с нагрузкой на позвоночник, улучшают кровообращение, питание межпозвоночных дисков, что приводит к подвижности позвоночника и профилактике остеохондрозов. Гибкость - это одно из физических качеств человека. Она зависит от состояния суставов, растяжимости связок и мышц, возраста, температуры окружающей среды и времени дня.

Для определения гибкости используется ряд тестов.

Тест 1. Встать прямо, ноги вместе, наклоняться как можно ниже вперед, опустив руки вниз. В норме кончики пальцев должны коснуться пола.

Тест 2. Лежа на животе с закрепленными стопами (например, с помощью партнера), приподнять туловище за счет разгибания спины назад. В норме при поднимании туловища расстояние между грудной костью (грудиной) и полом должно составлять 10.20 см.

Тест 3. Встать спиной к стене, ноги на расстоянии 30 см друг от друга. Наклониться как можно ниже в сторону, касаясь спиной стены. То же проделать в другую сторону. В норме кончики пальцев должны опускаться чуть ниже коленной чашечки.

Тест 4. Сесть на стул лицом к спинке и упереться руками в колени разведенных ног. Не меняя положения таза и ног, повернуть голову и туловище как можно больше назад. В норме при повороте вы должны увидеть поднятые над головой руки партнера, стоящего на расстоянии двух метров сзади.

Тест 5. (для шейного отдела позвоночника). Наклон головы вперед. Нормальная амплитуда движения - касание подбородком груди. Наклон головы назад. При вертикальном положении туловища прямой взгляд направляется точно вверх или несколько назад. Наклон головы вправо (влево). Контролируется с помощью зеркала.

При максимальном наклоне верхний край одного уха оказывается приблизительно на одном уровне с нижним краем другого. Поворот головы направо (налево). В конце поворота взгляд должен быть обращен точно в сторону.

Тест 6. (для грудного и поясничного отделов позвоночника). Встать спиной к стене (на некотором расстоянии от нее) и, поднимая руки вверх и прогибаясь, стараться дотянуться до стены одновременно обеими руками. Максимальное расстояние, с которого удается это сделать, и есть критерий гибкости.

Способность к боковым наклонам. Для этого, стоя боком к стене, надо предельно наклоняться вправо или влево. Определяется уровень, до которого, не теряя равновесия, можно дотянуться кончиками пальцев поднятой вверх руки. Чем ниже эта отметка, тем выше гибкость.

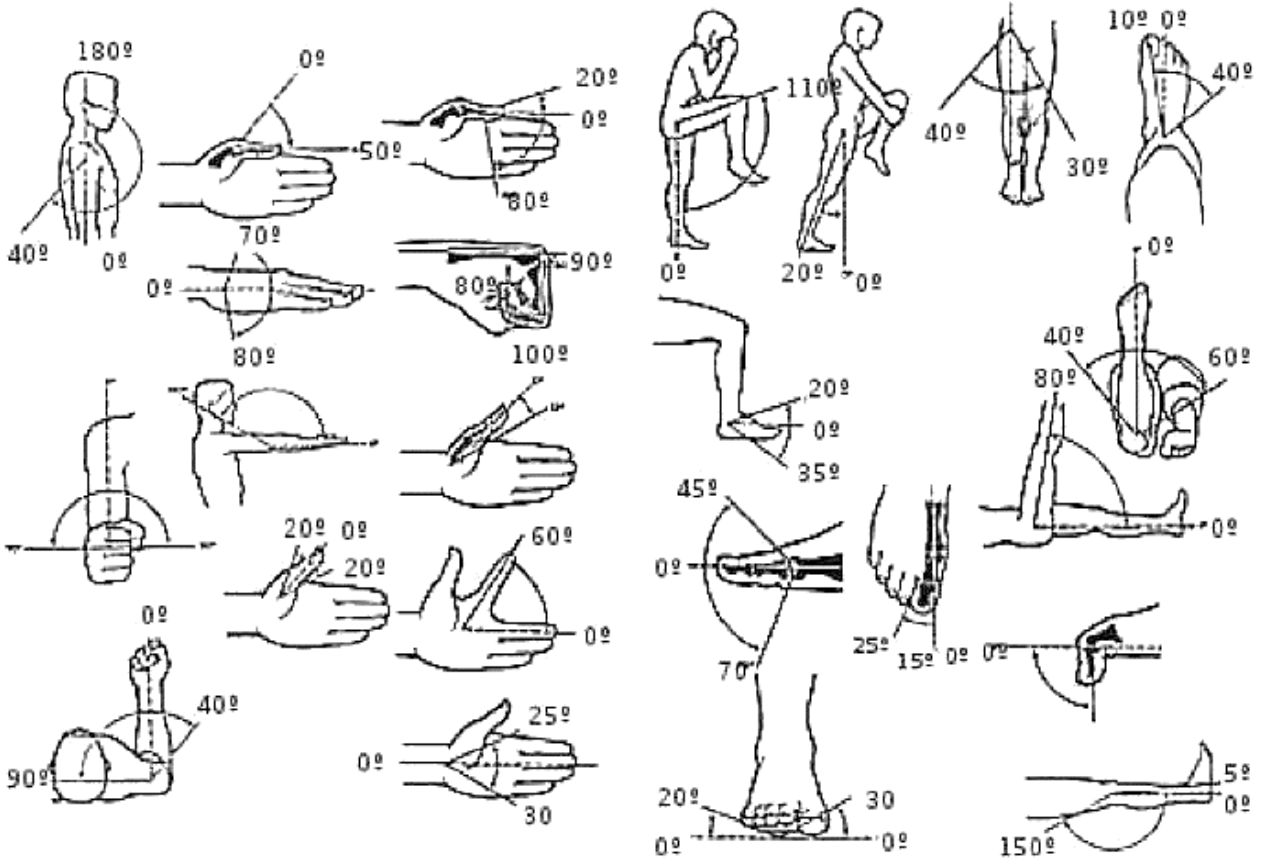
Тест 7. (для плечевого пояса - все движения выполняются из основной стойки). Отведение плеч назад до соприкосновения внутренних краев лопаток. Одновременное движение плеч вперед до уровня грудины. Одновременное поднимание плеч вверх до уровня подбородка (контролируя с помощью зеркала).

Подвижностью в суставах принято считать перемещение сочлененных в суставе костей друг относительно друга. Степень ее зависит от формы суставных поверхностей и эластичности мышечно-связочного аппарата. Подвижность в суставе определяется в состоянии сгибания и разгибания. Суставы имеют физиологическую норму подвижности (рис.4).

Наряду с приведенными выше методиками тестирования функционального состояния организма следует заметить, что для получения более объемной информации о физической подготовленности студентов необходимо сопоставление самоконтроля с результатами контроля, основанного на общепринятых нормативах.

Сопоставительный анализ, совместно с педагогами физического воспитания, позволит правильно оценить и скоординировать дальнейшую работу по физическому совершенствованию.

Рис. 4. Показатели подвижности суставов



Но необходимо помнить, что за физическими нагрузками, получаемыми на занятиях, необходим контроль, который возможно осуществлять самостоятельно по показателям, приведенным в табл. 8.

Таблица 8

Показатель	**Внешний признак усталости**		
	небольшой	**значительный**	**большой**
Окраска кожи	Небольшое покраснение	Значительное покраснение	Редкое покраснение или бледность
Движения	Быстрая походка	Неуверенный шаг, покачивание	Резкое покачивание
Внимание	Хорошее, безошибочное выполнение указаний	Неточность в выполнении команд	Замедленное выполнение команд
Самочувствие	Никаких жалоб	Жалобы на усталость	Жалобы на усталость, боли в ногах, головная боль

Регулярные занятия физическими упражнениями не только улучшают здоровье, функциональное состояние, степень физического развития, но и повышают работоспособность и эмоциональный тонус. Однако следует помнить, что самостоятельные занятия физическими упражнениями нельзя проводить без врачебного, педагогического и, что ещё более важно, физического самоконтроля.

Разнообразие тестов, функциональных проб, а также самоконтроль занимающихся позволяют более точно оценить физическое состояние, развитие и подготовленность, правильно подобрать или скорректировать нагрузку и тем самым избежать травм и перетренированности.

Таким образом, контроль, как врачебный, так и индивидуальный, необходим для наибольшей эффективности занятий физическими упражнениями, а также достижения высоких спортивных результатов.

4. ТЕСТЫ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ

Тесты на восстановление предусматривают учет изменений и определение сроков восстановления после стандартной физической нагрузки таких показателей кардиореспираторной системы, как частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД), показания электрокардиограммы (ЭКГ), частота дыхания (ЧД) и многие другие.

Используются пробы В.В. Гориневсксго (60 поскоков в течение 30 с), проба Дешина и Котова (трехминутный бег на месте в темпе 180 шагов в минуту), проба Мартине (20 приседаний) и другие функциональные пробы. При проведении каждого из этих тестов учитывают ЧСС и АД до нагрузки и после ее окончания на 1-й, 2-й, 3-й и 4-й минутах.

К тестам на восстановление относятся и различные варианты теста со ступеньками (step-test). А. Мастер ввел двухступенчатый тест, где регистрируется также ЧСС, АД после определенного количества подъемов на стандартную ступеньку. В дальнейшем этот тест начал применяться для регистрации ЭКГ после нагрузки.

Масса тела, кг	Возраст, лет				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
	число подъемов на ступеньку*				
40—44	29 (28)	28 (27)	27 (24)	25 (22)	24 (21)
45—49	28 (27)	27 (25)	26 (23)	25 (22)	23 (20)
50—54	28 (26)	27 (25)	25 (23)	24 (21)	22 (19)
55—59	27 (25)	26 (24)	25 (22)	23 (20)	22 (18)
60—64	26 (24)	26 (23)	24 (21)	23 (19)	21 (18)
65—69	25 (23)	25 (21)	23 (20)	22 (19)	20 (17)
70—74	24 (22)	24 (21)	23 (19)	21 (18)	20 (16)
75—79	24 (21)	24 (20)	22 (19)	20 (17)	19 (16)
80—84	23 (20)	23 (19)	22 (18)	20 (16)	18 (15)
85—89	22 (19)	23 (18)	21 (17)	19 (16)	18 (14)
90—94	21 (18)	22 (17)	20 (16)	19 (15)	17 (14)
95—99	21 (17)	21 (15)	20 (15)	18 (14)	16 (13)
100—104	20 (16)	21 (15)	19 (14)	17 (13)	16 (12)
105—109	19 (15)	20 (14)	18 (13)	17 (13)	15 (11)
110—114	18 (14)	20 (13)	18 (13)	16 (12)	14 (11)

* В скобках приведено число подъемов для женщин

Табл.9. Минимальное количество подъемов (раз) на ступеньку в зависимости от массы, возраста и пола при пробе Мастера.

Двухступенчатый тест предусматривает определенное, зависящее от возраста, пола и массы тела обследуемого количество подъемов на стандартную ступеньку (высота каждой ступеньки 23 см) в течение 1,5 мин (табл.9.).

ЭКГ фиксируется до и после нагрузки.

5. СУБМАКСИМАЛЬНЫЕ ТЕСТЫ НА УСИЛИЕ

Субмаксимальные тесты на усилие используются при тестировании высококвалифицированных спортсменов.

Исследования показали, что наиболее ценная информация о функциональном состоянии кардиореспираторной системы может быть получена при учете изменений основных гемодинамических параметров (показателей) не в восстановительном периоде, а непосредственно во время выполнения теста.

Поэтому и увеличение нагрузок проводится до достижения предела аэробной способности (максимального потребления кислорода — МПК).

Применяются субмаксимальные нагрузочные тесты, требующие 75% от максимально переносимых нагрузок.

Используются также различные велоэргометры, тредмиллы и др.

В случае превышения возрастных пределов ЧСС (табл. 10.) предельно допустимая ЧСС во время нагрузочного теста) нагрузку целесообразно прекратить. Помимо превышения возрастных пределов ЧСС физический тест должен быть прекращен и в случаях возникновения клинических электрокардиографических признаков, указывающих на достижение предела переносимости нагрузки.

Таблица 10

Предельно допустимая ЧСС во время нагрузочного теста в зависимости от возраста

Возраст, лет	ЧСС
20—29	170
30—39	160
40—49	150
50—59	140
60 и старше	130

Клинические признаки:

1) приступ стенокардии даже при отсутствии изменений на ЭКГ
2) сильная одышка
3) большая усталость, бледность, похолодание и влажность кожи
4) значительное повышение АД
5) снижение АД более чем на 25% от исходного
6) отказ испытуемого от продолжения исследования

Гарвардский степ-тест

Гарвардский степ-тест заключается в подъемах на скамейку высотой 50 см для мужчин и 43 см для женщин в течение 5 мин в заданном темпе. Темп восхождения постоянный и равняется 30 циклам в 1 мин. Каждый цикл состоит из четырех шагов.

Темп задается метрономом 120 ударов в минуту.

После завершения теста обследуемый садится на стул и в течение первых 30 с на 2-й, 3-й и 4-й минутах подсчитывается ЧСС.

Если обследуемый в процессе тестирования отстает от заданного темпа, то тест прекращается.

О физической работоспособности спортсмена судят по индексу гарвадского степ-теста (ИГСТ), который рассчитывается, исходя из времени восхождения на ступеньку и ЧСС после окончания теста.

Высота ступеньки и время восхождения на нее выбираются в зависимости от пола и возраста обследуемого (табл. 11).

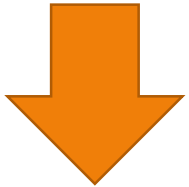


Таблица 11. Высота ступеньки и время восхождения

Обследуемые	Возраст, лет	Высота ступеньки, см	Время восхождения, мин	Прим.
Мужчины	Взрослые	50	5	—
Женщины	Взрослые	43	5	—
Юноши и подростки	12—18	50	4	Поверхность тела 1,85 м^2
Девушки и подростки	12—18	40	4	—
Мальчики и девочки	8—11	35	3	—
Мальчики и девочки	до 8	35	2	—

Индекс гарвардского степ-теста рассчитывают по формуле:

$$\textbf{ИГСТ} = (t \times 100) / [(f1 + f2 + f3) \times 2]$$

где t — время восхождения в секундах, f1, f2, f3 — частота сердечных сокращений (ЧСС) за 30 с на 2-й, 3-й и 4-й минутах восстановления соответственно.

При массовых обследованиях можно пользоваться сокращенной формулой:

$$\textbf{ИГСТ} = (t \times 100) / (f \times 5{,}5)$$

где t — время восхождения в секундах, f — частота сердечных сокращений (ЧСС).

Подсчет облегчается при использовании см. таблицу: Нахождение индекса по гарвадскому степ-тесту; Нахождение индекса по гарвадскому степ-тесту по сокращенный форме; Зависимость ИГСТ от времени восхождения.

Таблица: Нахождение индекса по гарвадскому степ-тесту предусмотрена для определения ИГСТ у взрослых людей, если нагрузка была выдержана до конца (то есть в течение 5 мин). Сначала суммируют три подсчета пульса (f1 + f2 + f3 = сумма f), затем в левом вертикальном столбике находят две первые цифры этой суммы, а в верхней горизонтальной строчке — последнюю цифру. Искомый ИГСТ находится на месте пересечения указанных строк.

Если подсчет пульса производился только один раз по сокращенной форме, то ИГСТ находят по значению f2 этого подсчета аналогичным образом в таблице: Нахождение индекса по гарвадскому степ-тесту по сокращенный форме.

Таблица: Зависимость ИГСТ от времени восхождения облегчает расчет ИГСТ при неполном времени восхождения (сокращенная форма).

Из-за большой интенсивность нагрузки тест применяют только при обследовании спортсменов. Критерии оценки результатов гарвадского степ-теста приведены в таблице: Оценка результатов гарвадского степ-теста.

Оценка результатов гарвадского степ-теста

Оценка	ИГСТ
Отлично	90
Хорошо	80—89,9
Средне	65—79,9
Слабо	55—64,9
Плохо	55

	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	146	144	143	142	140	139	138
110	136	135	134	133	132	130	129	128	127	126
120	125	124	123	122	121	120	118	117	117	116
130	115	114	114	113	112	111	110	110	109	108
140	107	106	106	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

Таблица.

Нахождение индекса по гарвадскому степ-тесту

Таблица нахождения индекса по гарвадскому степ-тесту по полной форме у взрослых людей (t = 5 мин)

	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	55
100	55	54	53	53	52	52	51	51	50	50
110	50	49	49	48	48	47	47	47	46	46

Таблица.

Нахождение индекса по гарвадскому степ-тесту по сокращенный форме

Таблица для нахождения индекса по гарвадскому степ-тесту по сокращенный форме у взрослых людей (t = 5 мин)

Пульс за первве 30 с со 2-й минуты восстановления								
Время, мин	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79
0-0.1/2	6	6	5	5	4	4	4	4
0.1/2-1	19	17	16	14	13	12	11	11
1-1.1/2	32	29	26	24	22	20	19	18
1.1/2-2	45	41	28	24	21	29	27	25
2-2.1/2	58	52	47	43	40	36	34	32
2.1/2-3	71	64	58	53	48	45	42	39
3-3.1/2	84	75	68	62	57	53	49	46
3.1/2-4	97	87	79	72	66	61	57	53
4-4.1/2	110	98	89	82	75	70	65	61
4.1/2-5	123	110	100	91	84	77	72	68
5	129	116	105	96	88	82	77	71

Таблица.

Зависимость ИГСТ от времени восхождения (сокращенная форма)

В левом вертикальном столбике находят фактическое время восхождения (округленное до 30 с), а в верхней горизонтальной строчке — число ударов пульса за первые 30с со 2-й минуты восстановления.

6. СУБМАКСИМАЛЬНЫЕ НАГРУЗОЧНЫЕ ТЕСТЫ

Субмаксимальные нагрузочные тесты проводятся с различными видами нагрузок:

1. немедленное увеличение нагрузки после разминки до предполагаемого субмаксимального уровня
2. равномерная нагрузка на определенном уровне с увеличением при последующих исследованиях
3. непрерывное или почти непрерывное возрастание нагрузки
4. ступенчатое возрастание нагрузки
5. ступенчатое возрастание нагрузки, чередующееся с периодами отдыха

Первый, третий и четвертый тесты используются в основном при обследовании спортсменов, второй — для сравнительной оценки переносимости определенной нагрузки каким-либо контингентом лиц. По рекомендации ВОЗ при обследовании здоровых лиц начальная нагрузка у женщин должна составлять 150 кгм/мин с последующим увеличением до 300—450—600 кгм/мин и т.д.; у мужчин — 300 кгм/мин с последующим возрастанием до 600—900—1200 кгм/мин и т.д. Длительность каждого этапа нагрузки — не менее 4 мин. Периоды отдыха между этапами нагрузки составляют 3—5 мин.

Нагрузочные тесты у детей

Нагрузочные тесты у детей в возрасте до 10 лет начинаются с минимальных нагрузок (до 50 кгм/мин), а с 10 лет и старше — с учетом массы тела. Обычно, как рекомендует ВОЗ, — со 100—150 кгм/мин.

Градуировать нагрузки проще всего по шкале велоэргометра. При степ-тесте величина нагрузок определяется на основе расчета массы обследуемого, высоты ступенек и количества подъемов на них. При тесте с тредмиллом рассчитываются затраты энергии в зависимости от скорости движения и уклона.

Учитывая линейную зависимость между частотой пульса и величиной потребления кислорода по ЧСС, можно судить об уровне аэробной способности обследуемого во время нагрузочного теста и об уровне нагрузки для достижения, например, 75% аэробной способности (табл.12).

Приблизительная частота пульса (уд/мин) в зависимости от аэробной способности. Таблица дает также представление о максимальной частоте сердечных сокращений у лиц разного пола и возраста.

Таблица 12. Приблизительная частота пульса

Аэробная способность, %	Возраст, лет									
	20—29		30—39		40—49		50—59		60—69	
	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж
40	115	122	115	120	115	117	111	113	110	112
60	141	148	138	143	136	138	131	134	127	130
75	161	167	156	160	152	154	145	145	140	142
100	195	198	187	189	178	179	170	171	162	163

Максимальная частота сердечных сокращений для лиц разного возраста может быть ориентировочно определена и путем вычитания из 220 числа лет обследуемого. Например, для человека в возрасте 30 лет максимальная ЧСС составляет 220 — 30 = 190.

Определение максимального потребления кислорода

Определение максимального потребления кислорода (МПК). МПК является основным показателем продуктивности кардиореспираторной системы. МПК — это наибольшее количество кислорода, которое человек способен потребить в течение одной минуты. МПК — мера аэробной мощности и интегральный показатель состояния транспортной системы кислорода (О2). Определяется он непрямым или прямым методом.

Чаще применяют непрямой метод измерения МПК не требующий сложной аппаратуры. Для обследования высококвалифицированных спортсменов рекомендуется измерять МПК прямым методом.

В норме между величиной потребления кислорода (ПК) и ЧСС существует линейная зависимость. МПК — основной показатель, отражающий функциональные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем и физическое состояние в целом, то есть аэробную способность. Этот показатель (л/мин, а точнее, мл/мин/кг) или его энергетический эквивалент (кДж/мин, ккал/мин) относятся к ведущим в оценке и градациях физического состояния человека.

Таким образом, субмаксимальные нагрузочные тесты, обеспечивающие информацию об аэробной способности, являются важнейшим инструментом оценки функционального состояния организма.

Величина МПК зависит от пола, возраста, физической подготовленности обследуемого и варьирует в широких пределах. Нормальные величины максимального потребления кислорода у детей школьного возраста и у взрослых приведены в табл. 13, табл. 14.

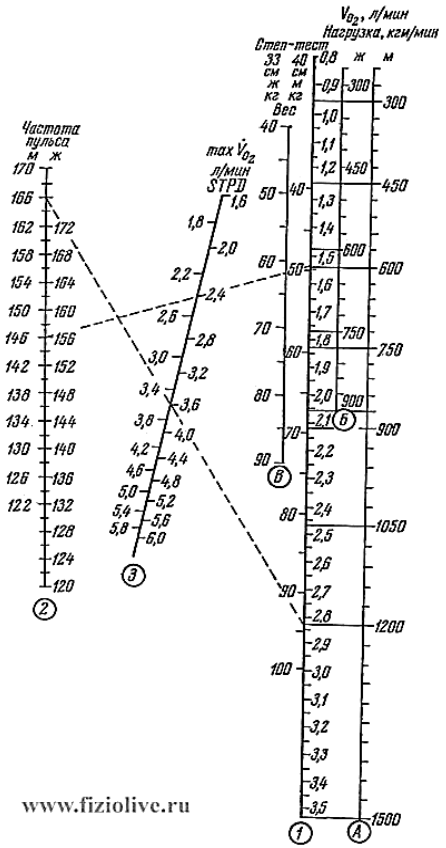
Таблица 13. Максимальное потребление кислорода у детей и подростков

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 14. Максимальное потребление кислорода (мл/мин/кг) у взрослых

Возраст, лет	Мужчины	Женщины
20—29	44	36
30—39	42	34
40—49	39	33
50—59	36	29
50—69	32	—
70—79	27	—

Номограмма Astrand-Ryhming для определения МПК на основе субмаксимального степ-теста и теста на велоэргометре



Испытуемому рекомендуется велоэргометрическая нагрузка (ЧСС после врабатывания должно находится между (120—170 уд/мин) или степ-тест (высота ступеньки 40 см — для мужчин, 33 см — для женщин, темп восхождения — 22,5 цикла в 1 мин) в течение не менее 5 мин. ЧСС регистрируется на 5-й минуте работы.

Расчет МПК проводят по специальной номограмме Astrand-Ryhming и формуле фон Добелна (табл.15).

Таблица 15. К расчету МПК (V_{O2max}) 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

Найденная с помощью номограммы величина МПК корригируется путем умножения на «возрастной фактор» (табл. 16).

Таблица 16. Определение максимального потребления кислорода

Возраст лет	15	25	35	40	45	50	55	60	65
Фактор	1,10	1,0	0,87	0,83	0,78	0,75	0,71	0,68	0,65

В табл. 17 представлена номограмма I. Astrand после расчета на основе субмаксимального нагрузочного теста на велоэргометре.

Таблица 17. Определение максимального потребления кислорода (мужчины)

Мужчины										
ЧСС	Максимальное потребление кислорода, л/мин					ЧСС	Максимальное потребление кислорода, л/мин			
	300 кгм/мин	600 кгм/мин	900 кгм/мин	1200 кгм/мин	1500 кгм/мин		600 кгм/мин	900 кгм/мин	1200 кгм/мин	1500 кгм/мин
120	2,2	3,5	4,8	—	—	148	2,4	3,2	4,3	5,4
121	2,2	3,4	4,7	—	—	149	2,3	3,2	4,3	5,4
122	2,2	3,4	4,6	—	—	150	2,3	3,2	4,2	5,3
123	2,1	3,4	4,6	—	—	151	2,3	3,1	4,2	5,2
124	2,1	3,3	4,5	6,0	—	152	2,3	3,1	4,1	5,2
125	2,0	3,2	4,4	5,9	—	153	2,2	3,0	4,1	5,1
126	2,0	3,2	4,4	5,8	—	154	2,2	3,0	4,0	5,1
127	2,0	3,1	4,3	5,7	—	155	2,2	3,0	4,0	5,0
128	2,0	3,1	4,2	5,6	—	156	2,2	2,9	4,0	5,0
129	1,9	3,0	4,2	5,6	—	157	2,1	2,9	3,9	4,9
130	1,9	3,0	4,1	5,5	—	158	2,1	2,9	3,9	4,9
131	1,8	2,9	4,0	5,4	—	159	2,1	2,8	3,8	4,8
132	1,8	2,9	4,0	5,3	—	160	2,1	2,8	3,8	4,8
133	1,8	2,8	3,9	5,3	—	161	2,0	2,8	3,7	4,7
134	1,8	2,8	3,9	5,2	—	162	2,0	2,8	3,7	4,6
135	1,7	2,8	3,8	5,1	—	163	2,0	2,8	3,7	4,6
136	1,7	2,7	3,8	5,0	—	164	2,0	2,7	3,6	4,5
137	1,7	2,7	3,7	5,0	—	165	2,0	2,7	3,6	4,5
138	1,6	2,7	3,7	4,9	—	166	1,9	2,7	3,6	4,5
139	1,6	2,6	3,6	4,8	—	167	1,9	2,6	3,5	4,4
140	1,6	2,6	3,6	4,8	6,0	168	1,9	2,6	3,5	4,4
141	—	2,6	3,5	4,7	5,9	169	1,9	2,6	3,5	4,3
142	—	2,5	3,5	4,6	5,8	170	1,8	2,6	3,4	4,3
143	—	2,5	3,4	4,6	5,7	—	—	—	—	—
144	—	2,5	3,4	4,5	5,7	—	—	—	—	—
145	—	2,4	3,4	4,4	5,6	—	—	—	—	—
146	—	2,4	3,3	4,4	5,6	—	—	—	—	—
147	—	2,4	3,3	4,4	5,5	—	—	—	—	—

Таблица 17. Определение максимального потребления кислорода (женщины)

Женщины											
ЧСС	Максимальное потребление кислорода, л/мин					ЧСС	Максимальное потребление кислорода, л/мин				
	300 кгм/мин	450 кгм/мин	600 кгм/мин	750 кгм/мин	900 кгм/мин		300 кгм/мин	450 кгм/мин	600 кгм/мин	750 кгм/мин	900 кгм/мин
120	2,6	3,4	4,1	4,8	—	146	1,0	2,2	2,6	3,2	3,7
121	2,5	3,3	4,0	4,8	—	147	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6
122	2,5	3,2	3,9	4,7	—	148	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6
123	2,4	3,1	3,8	4,6	—	149	—	2,1	2,6	3,0	3,5
124	2,4	3,1	3,8	4,5	—	150	—	2,0	2,5	3,0	3,5
125	2,3	3,0	3,7	4,4	—	151	—	2,0	2,5	3,0	3,4
126	2,3	3,0	3,6	4,3	—	152	—	2,0	2,5	2,9	3,4
127	2,2	2,9	3,5	4,2	—	153	—	2,0	2,4	2,9	3,3
128	2,2	2,8	3,5	4,2	4,8	154	—	2,0	2,4	2,8	3,3
129	2,2	2,8	3,4	4,1	4,8	155	—	1,9	2,4	2,8	3,2
130	2,1	2,7	3,4	4,0	4,7	156	—	1,9	2,3	2,8	3,2
131	2,1	2,7	3,4	4,0	4,6	157	—	1,9	2,3	2,7	3,2
132	2,0	2,7	3,3	3,9	4,5	158	—	1,8	2,3	2,7	3,1
133	2,0	2,6	3,2	3,8	4,4	159	—	1,8	2,2	2,7	3,1
134	2,0	2,6	3,2	3,8	4,4	160	—	1,8	2,2	2,6	3,0
135	2,0	2,6	3,1	3,7	4,3	161	—	1,8	2,2	2,6	3,0
136	1,9	2,5	3,1	3,6	4,2	162	—	1,8	2,2	2,6	3,0
137	1,9	2,5	3,0	3,6	4,2	163	—	1,7	2,2	2,6	2,9
138	1,8	2,4	3,0	3,5	4,1	164	—	1,7	2,1	2,5	2,9
139	1,8	2,4	2,9	3,5	4,0	165	—	1,7	2,1	2,5	2,9
140	1,8	2,4	2,8	3,4	4,0	166	—	1,7	2,1	2,5	2,8
141	1,8	2,3	2,8	3,4	3,9	167	—	1,6	2,1	2,4	2,8
142	1,7	2,3	2,8	3,3	3,9	168	—	1,6	2,0	2,4	2,8
143	1,7	2,2	2,7	3,3	3,8	169	—	1,6	2,0	2,4	2,8
144	1,7	2,2	2,7	3,2	3,8	170	—	1,6	2,0	2,4	2,7
145	1,6	2,2	2,7	3,2	3,7	—	—	—	—	—	—

Определение МПК прямым методом дает более точные результаты. Испытуемый выполняет ступенеобразную повышающуюся нагрузку на велоэргометре или тредбане. Исходная мощность нагрузки и последующие «ступень» выбираются с учетом пола, возраста и физической подготовленности обследуемого. Прямое определение МПК используют при тестировании высококвалифицированных спортсменов.

В зависимости от вида спорта и квалификации спортсмены начинают работу с мощности 100 или 150 Вт, а спортсменки — с 75 или 100 Вт. В течение последних 30 с каждой «ступени» нагрузки выдыхаемый воздух собирают в мешок Дугласа. Затем производится газоанализ с помощью аппарата Холдена или другого прибора, а газовым счетчиком измеряется количество выдохнутого воздуха. Существуют автоматические газоанализаторы, которые позволяют во время нагрузки непрерывно регистрировать концентрацию кислорода и углекислого газа в потоке выдыхаемого воздуха.

Электронный калькулятор анализаторов последних моделей автоматически на бумажный ленте через каждые 20—30 с печатает данные об уровне потребления кислорода, легочной вентиляции (минутный объем дыхания), дыхательном коэффициенте и другие показатели. Наличие приборов такого типа значительно повышает эффективность тестирования спортсменов.

Для сравнения работоспособности отдельных лиц используют не абсолютное значение МПК (л/мин), а относительную величину. Последнюю получают, разделив МПК в мл/мин на массу тела в килограммах. Единица относительного показателя — мл/кг в 1 мин.

У спортсменов МПК составляет 3—5 л/мин, в отдельных случаях — выше 6 л/мин. У лыжников-гонщиков, занимающихся академической греблей, гонками на шоссе и других спортсменов высокой квалификации относительная величина МПК достигает 80 л/кг в 1 мин и больше (табл.18. Максимум потребления кислорода).

Таблица 18. Максимум потребления кислорода

Вид спорта	Мужчины	Женщины
Лыжные гонки	83	63
Бег 3000 м	80	—
Бег на коньках	78	54
Ориентирование	77	58
Бег 800—1500 м	76	56
Велогонки	74	—
Биатлон	73	—
Спортивная ходьба	71	—
Гребля на каноэ	70	—
Горнолыжный спорт	68	50
Бег 400 м	67	—
Плавание	67	—
Борьба	57	—

МПК может использоваться для отбора спортсменов на ответственные соревнования, в комплексе с другими методами и прикидками (отборочные соревнования).

Тестирование анаэробной производительности

Тестирование анаэробной производительности: при выполнении интенсивных нагрузок кислородный запрос превышает величину его максимальной доставки. При этом в организме накапливается недоокисленные продукты гликолиза (главным образом молочной кислоты), что приводит к резким сдвигам во внутренней среде (понижение pH до 7,0), заставляя спортсмена прекратить работу или снизить ее интенсивность.

Кислородный долг, который образуется при выполнении интенсивной физической работы, «оплачивается» после нагрузки, что проявляется в увеличенном (по сравнению с уровнем покоя) потреблении кислорода.

Анаэробная производительность имеет большое значение при выполнении предельных нагрузок продолжительностью от 30 с до 2 мин. Такая работа характерна для хоккеистов, бегунов на средние дистанции, конькобежцев и представителей других видов спорта, тренирующих скоростную выносливость.

Среди разных показателей анаэробной производительности (максимальный кислородный долг, максимальная анаэробная мощность и др.). Концентрация молочной кислоты (лактата) в артериальной крови наиболее доступна для измерения.

Лактат определяют в процессе тренировки и сразу после ее окончания. Кровь берется из кончика пальца или мочки уха. Молочная кислота определяется по методу Баркера-Саммерсона в модификации Штром или ферментативным методом. В норме концентрация молочной кислоты в крови 0,33—1,5 ммоль/л. После выполнения физической нагрузки лактат колеблется от 4—7 до 14—21 ммоль/л.

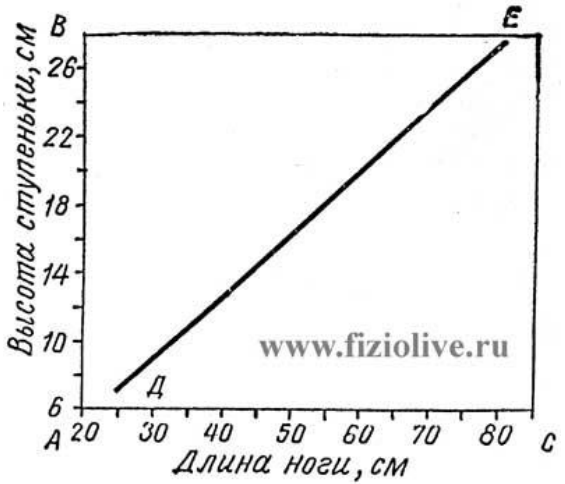
Показатели зависят от характера физической нагрузки, возраста, пола и физической (функциональной) подготовленности спортсмена. Под влиянием систематических интенсивных физических нагрузок лактат снижается.

Тест со ступеньками

Тест со ступеньками является наиболее физиологичным, простым и доступным для спортсменов физической подготовленности.

Обычно используется стандартная двойная ступенька (высота каждой 23 см). Применяются и другие ступенчатые эргометры. Так, V. Gottheiner приспосабливает высоту ступеньки к длине ног обследуемого. При длине ног до 90 см высота ступеньки 20 см, при 90—99 см — 30 см, при 100—109 см — 40 см, а при 110 см и выше — 50 см. При этом длина ноги обследуемого измеряется от вертельной точки до пола с помощью номограммы Gottheiner V. (рис. Определение высоты ступеньки при степ-тесте).

На оси абсцисс (АС) отложены значения длины ноги, на оси ординат (АВ) — значения высоты ступеньки в сантиметрах. Из точки пересечения перпендикуляра, проведенного из точки на оси абсцисс, соответствующей длине ноги обследуемого, с линией ДЕ, проводят прямую линию на ось ординат, получают точку, соответствующую искомой высоте ступеньки. Скорость подъема контролируется метрономом. Каждый этап нагрузки длится 4 мин. АД и пульс подсчитывают до и после нагрузки.



Номограмма для определения высоты ступеньки при степ-тесте

Для определения субмаксимального нагрузочного уровня можно пользоваться таблицей: Минимальное количество подъемов на ступеньку, в которой указано количество подъемов на двойную ступеньку в 1 мин на протяжении 4 мин, соответствующее 75% максимального потребления кислорода (МПК) для лиц средней физической способности разного пола, массы и возраста.

Для ориентировочной оценки результатов теста пользуются таблицей: Субмаксимальные нагрузки при степ-тесте. Над каждым столбцом в скобках указана частота сердечных сокращений (ЧСС уд/мин), соответствующая средней физической способности женщин и мужчин данной возрастной группы. Если ЧСС обследуемого при указанной для него нагрузке будет отличаться менее чем на 10 уд/мин от приведенной в скобках величины, то физическое состояние его можно считать удовлетворительным. Когда ЧСС ниже этой величины на 10 и более, физическая способность выше средней, а если частота ЧСС на 10 и более уд/мин выше этой величины, то физич. способность низкая.

Масса, кг	Возраст, лет			
	20—29	30—39	40—49	50—59
Женщины: подъемы в 1 мин				
	(167)	(160)	(154)	(145)
36	16	16	14	10
41	17	16	14	10
45	17	17	14	10
50	17	17	15	10
54	17	17	15	10
59	18	17	15	10
63	18	18	15	10
68	18	18	15	10
72	18	18	15	10
77	18	18	15	10
81 и более	18	18	16	10
Мужчины: подъем в 1 мин				
	(161)	(156)	(152)	(145)
50	20	18	16	13
54	20	19	16	13
59	20	19	16	13
63	21	19	17	13
68	21	19	17	13
72	21	19	17	13
77	21	19	17	14
81	21	19	17	14
86	21	19	17	14
91 и более	21	20	17	14

Таблица.

Субмаксимальные нагрузки при степ-тесте

Субмаксимальные нагрузки при степ-тесте и их оценка для лиц разного возраста, пола и массы тела. В скобках указана ЧСС, соответствующая результатам теста при средней физической способности мужчин и женщин данной возрастной группы

По степ-тесту можно достаточно точно высчитать работу в единицу времени на основании массы тела, высоты ступеньки и количества восхождений за данное время по формуле:

$$W = BW \times H \times T \times 1{,}33$$

где W — нагрузка, (кгм/мин), BW — масса тела (кг), H — высота ступеньки (м), T — количество подъемов в 1 мин, 1,33 — поправочный коэффициент, учитывающий физические затраты на спуск с лестницы, которые составляют 1/3 затрат на подъем.

Ryhming предложил степ-тест, по которому можно определять МПК непрямым методом с помощью номограммы. Высота ступенек для мужчин — 40 см, для женщин — 33 см. Темп восхождений — 22 ступеньки в 1 мин., в течение 6 мин. Затем по номограмме Астранда-Риминг определяется МПК (см. рис. Номограмма Astrand-Ryhming).

Велоэргометрия

Велоэргометр — наиболее удобный прибор для проведения субмаксимальных нагрузочных тестов, так как обеспечивает оптимальную возможность получения точных физиологических данных для оценки функционального состояния человека, его физических способностей. Скорость вращения педалей обычно 60 об/мин.

Во время обследования необходим постоянный контроль ЧСС, АД, ЭКГ.

КОНТРОЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

Выполнить контрольное тестирование



МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ И ВЫЖИВАНИЯ

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ И СПОРТЕ

Электронный учебный курс

Межрегиональная Академия безопасности и выживания
Россия, 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, д. 5-а
официальный сайт МАБИВ: www.mabiv.ru
e-mail: info@mabiv.ru