

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ
ЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ
ОРГАНИЗМА СТУДЕНТА

Методические рекомендации

Рязань 2006

ББК 75.0я73
М54

Печатается по решению редакционно-издательского совета Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина» в соответствии с планом изданий на 2006 год.

Рецензент *В.М. Ериков*, канд. мед. наук, доц.

М54 **Методы** контроля за функциональным состоянием организма студента : методические рекомендации / сост. В.Н. Лешко, Н.В. Карпеева ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2006. — 20 с.

В методических рекомендациях изложены наиболее простые пробы и тесты для оценки функционального состояния нервной системы, нервно-мышечного аппарата, внешнего дыхания, сердечно-сосудистой системы и физической работоспособности человека, которые студенты могут использовать в процессе самостоятельных занятий физической культурой и спортом в качестве средств самоконтроля за функциональным состоянием своего организма.

Ключевые слова: *пробы, тесты, функциональное состояние организма, его оценка, физическая нагрузка, физическая работоспособность.*

ББК 75.0я73

ВВЕДЕНИЕ

Занятия физической культурой и спортом оказывают значительное влияние как на морфологические признаки физического развития, так и на функциональное состояние органов и систем организма, обеспечивающих двигательную деятельность.

Морфологические признаки физического развития изучаются посредством соматоскопии и антропометрии и оцениваются с помощью методов индексов, метода стандартов или средних антропометрических данных и метода корреляции с использованием шкал регрессии.

Функциональное состояние организма человека исследуется с помощью большого количества инструментальных медико-биологических методик. В спортивной медицине для этих целей применяется разнообразная диагностическая аппаратура и оборудование, позволяющие наиболее точно и объективно оценить функционирование различных органов и систем организма.

В то же время в практике врачебного контроля за людьми, занимающимися физической культурой и спортом, особенно при массовых обследованиях учащейся молодежи, широкое распространение получили различные тесты и функциональные пробы. Они просты и доступны большинству специалистов физического воспитания, так как без применения сложной аппаратуры и оборудования позволяют достаточно информативно оценивать функциональное состояние нервной системы, нервно-мышечного аппарата, внешнего дыхания, сердечно-сосудистой системы и физической работоспособности.

Функциональные пробы и тесты дают возможность отслеживать изменения функционального состояния организма в зависимости от применяемых средств физического воспитания, позволяют контролировать адекватность физических нагрузок возможностям занимающихся физической культурой и спортом для того, чтобы не допустить перегрузок и перенапряжений у них, обычно возникающих в результате нерациональных занятий. Поэтому важной задачей кафедр физического воспитания является ознакомление студентов с методами контроля за функциональным состоянием организма. Эти знания позволят им осуществлять самоконтроль в процессе самостоятельных занятий физической культурой и спортом, используя самые простые и доступные из рекомендуемых нами проб и тестов.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Расстройство координации движений и нарушение двигательного акта являются одним из наиболее четких признаков переутомления или патологических изменений в отдельных звеньях нервной системы. Поэтому для исследования ее состояния используют так называемые координационные пробы. Координационные пробы, применяемые до и после физических нагрузок, позволяют установить степень утомления занимающихся.

Проба Ромберга (оценивается статическая координация). Бывает простая и усложненная проба Ромберга. Простая проба, когда обследуемый стоит со сдвинутыми стопами, руки вперед, пальцы раздвинуты, глаза закрыты. Усложненная проба более информативна. Обследуемый, сняв обувь, принимает исходное положение стойки на одной ноге, другая нога согнута коленом вперед и касается подошвенной поверхностью коленного сустава опорной ноги, руки вперед, пальцы раздвинуты, глаза закрыты.

При оценке пробы Ромберга обращается внимание на степень устойчивости (стоит неподвижно, покачивается), дрожание век и пальцев (тремор) и, главное, длительность сохранения равновесия.

Сохранение устойчивой позы более 15 с без тремора оценивается — хорошо; небольшой тремор век и пальцев при удержании позы в течение 15 с — удовлетворительно; поза удерживается менее 15 с — неудовлетворительно.

Пальце-носовая проба (оценивается динамическая координация). Обследуемый находится в исходном положении стоя, руки в стороны, глаза закрыты. Необходимо, не открывая глаза, быстро коснуться указательным пальцем сначала одной, затем другой руки кончика своего носа. Промех и дрожание руки говорит о нарушении динамической координации.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Ортостатическая проба основана на том, что тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы и соответственно частота сердечных сокращений увеличиваются при переходе из горизонтального положения (клиностати́ка) в вертикальное (ортостати́ка).

Ортостатическая проба проводится следующим образом. Обследуемый ложится на кушетку, через 3—4 мин у него в течение 15 с подсчитывается пульс. Затем он встает и через 15 с после перехода в вертикальное положение у него вновь определяют пульс. Результаты пересчитывают на 1 мин. При нормальном тонусе и возбудимости симпатического отдела вегетативной нервной системы учащение пульса не должно превышать 12—18 уд./мин. Уменьшение частоты пульса менее, чем на 12 уд./мин или увеличение частоты пульса более, чем на 18 уд./мин указывает, соответственно, на понижение или повышение возбудимости и тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы. Если разница больше 20 уд./мин, значит, организм не

справляется с предлагаемой нагрузкой, то есть имеется остаточное утомление. У хорошо тренированных спортсменов учащение пульса сравнительно невелико и колеблется в пределах от 5 до 15 уд./мин.

В клинических условиях, при проведении ортостатической пробы по Шеллонгу, помимо частоты сердечных сокращений в течение 10 мин вертикального положения обследуемого регистрируется и величина артериального давления на каждой минуте стояния.

Клиностатическая проба основана на том, что при переходе из вертикального положения в горизонтальное повышается тонус парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что выражается в урядении частоты пульса.

Клиностатическую пробу проводят в обратном порядке по сравнению с предыдущей. Нормальная возбудимость парасимпатического отдела вегетативной нервной системы выражается в урядении пульса на 4—12 уд./мин; более значительное урядение пульса указывает на повышенную возбудимость этого отдела вегетативной нервной системы.

Проба Ашнера (глазо-сердечный рефлекс) также характеризует возбудимость парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. У обследуемого в положении лежа определяют частоту пульса, затем на его глазные яблоки при закрытых веках мягкотью большого и указательного пальцев производят нерезкое, постепенно усиливающееся давление в течение 10 с, но не до боли, и вновь определяют частоту пульса. Рефлекс считается положительным при урядении пульса на 5—12 уд./мин, что свидетельствует о нормальной возбудимости парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Урядение частоты пульса более чем на 12 уд./мин указывает на повышение возбудимости парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Если частота пульса после пробы не изменяется, то рефлекс считается отрицательным, что указывает на понижение возбудимости этого отдела вегетативной нервной системы. Глазо-сердечный рефлекс считается извращенным, если пульс после пробы учащается более чем на 24 уд./мин.

У хорошо тренированных людей изменение частоты пульса при всех трех вегетативных пробах выражено слабее, чем у нетренированных.

Выявлено, что значительные изменения показателей вегетативных проб проявляются в состоянии переутомления, перетренированности. В несколько меньшей степени они выражены при перенапряжении.

Представление о функции вегетативной нервной системы можно получить по **кожно-сосудистой реакции**. Определяется она следующим образом: по коже каким-либо неострым предметом, например, неотточенным концом карандаша, с легким нажимом проводят несколько полосок. Если в месте нажима на коже появляется розовая окраска, кожно-сосудистая реакция в норме, белая — возбудимость симпатической иннервации кожных сосудов повышена, красная или выпукло-красная — возбудимость симпатической иннервации кожных сосудов высокая. Белый и красный дермограф может наблюдаться при отклонениях в деятельности вегетативной нервной системы (при переутомлении, во время болезни, при неполном выздоровлении).

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Кистевая динамометрия. Измерение силы мышц сгибателей пальцев проводится ручным динамометром. Обследуемый в положении стоя захватывает рукой динамометр циферблатом к ладони (чтобы при сжатии не задерживать стрелку пальцами), затем без напряжения в плече поднимает руку в сторону и сжимает динамометр с максимальной силой (не разрешается сгибать руку в локтевом суставе и сходить с места), измерение повторяют 2—3 раза и записывают лучший результат.

Если показатель силы кисти после занятия остался без изменения или незначительно изменился, значит нагрузка была малая, если снизился на 3—5 кг, то средняя, если на 6—10 кг и более — нагрузка большая.

Средние показатели силы правой кисти для левшей — левой у мужчин — 35—50 кг, у женщин — 25—33 кг, средние показатели силы левой кисти обычно на 5—10 кг меньше. Средние показатели относительной силы мышц сгибателей кисти составляют 60—70 % массы тела, у женщин — 45—50 %.

Становая динамометрия. Измерение силы мышц разгибателей туловища проводится специальным становым динамометром. Обследуемый становится на площадку со специальной тягой так, чтобы $\frac{2}{3}$ каждой подошвы находились на металлической основе. Ноги вместе, выпрямлены, туловище наклонено вперед, спина прогнута. Цепь закрепляется за крюк металлической основы так, чтобы кисти рук находились на уровне коленной чашечки. Обследуемый, не сгибая ног и рук, должен медленно разогнуться, вытянув тягу. Становая сила взрослых мужчин в среднем равна 130—150 кг, женщин — 80—90 кг.

Величина относительной становой силы:

- менее 170 % массы тела считается низкой;
- 170—200 % — ниже средней;
- 200—230 % — средней;
- 230—250 % — выше средней,
- выше 260 % — высокой.

Если после занятий величина становой силы мало изменилась, то нагрузка была легкой, при средней нагрузке она уменьшается на 5—15 кг, при тяжелой нагрузке — на 16—20 кг и больше.

Статическая выносливость мышц сгибателей кисти определяется с помощью водяного манометра. Кистью сжимают грушу манометра с максимальной силой и отмечают на шкале величину усилия в сантиметрах водяного столба. Затем сжимают грушу с усилием, равным $\frac{3}{4}$ от максимального, и удерживают водяной столб на этом уровне как можно дольше, измеряя секундомером продолжительность удержания. Существует следующая оценка:

- хорошо — мужчины более 45 с, женщины более 30 с;
- удовлетворительно — мужчины 30—45 с, женщины 20—30 с;
- неудовлетворительно — мужчины менее 30 с, женщины менее 20 с.

При утомлении и перегрузке статическая выносливость мышц сгибателей кисти снижается пропорционально степени нагрузки.

Статическая выносливость мышц брюшного пресса определяется путем хронометрирования продолжительности удержания угла в упоре. Оценочные показатели:

- хорошо — мужчины более 15 с, женщины более 10 с;
- удовлетворительно — мужчины 10—15 с, женщины 5—10 с;
- неудовлетворительно — мужчины менее 10 с, женщины менее 5 с.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ.

Проба Розенталя — пятикратное изменение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) с промежутками 15 с, у тренированных спортсменов, а также у здоровых лиц при пятикратном измерении ЖЕЛ отмечают почти одинаковые цифры (удовлетворительная оценка пробы). В некоторых случаях наблюдается увеличение этих показателей от одного измерения к другому (хорошая оценка). Уменьшение величины ЖЕЛ в процессе пятикратного измерения (неудовлетворительная оценка) наблюдается у лиц с функциональным отклонением в состоянии дыхательно-циркуляторного аппарата, вызванными какими-либо заболеваниями, а также в результате переутомления и нетренированности.

Проба А.Е. Шафрановского — определение ЖЕЛ до и после дозированной физической нагрузки в виде трехминутного бега на месте в темпе 180 шагов в минуту. Измерение ЖЕЛ проводят до и после нагрузки, а затем через 1, 2, 3 мин восстановительного периода. При хорошей тренированности показатели ЖЕЛ после нагрузки не изменяются, а иногда даже увеличиваются. Снижение показателей отражает функциональные нарушения в системе дыхания.

Оценить нагрузку можно по изменению ЖЕЛ. Если после занятий ЖЕЛ осталась без изменения или немного увеличилась, значит, вы занимались легкой работой, если снизилась на 100—200 см³ — средней, на 300—500 и более — тяжелой.

Проба Штанге — задержка дыхания на вдохе. Обследуемый после 5—7 мин отдыха в положении сидя делает полный вдох и выдох, а затем снова вдох (80—90 % от максимального) и закрывает нос и рот. Фиксируется время от момента задержки дыхания до прекращения пробы. Обычно здоровые нетренированные люди задерживают дыхание на вдохе 40—50 с, а тренированные спортсмены — от 1 до 2,5 мин. С улучшением состояния тренированности время задержки дыхания возрастает, а при утомлении снижается.

Если вы способны задержать дыхание менее, чем на 50 с, то у вас слабая функциональная подготовленность, на 65—75 с — средняя и более 80 с — хорошая функциональная подготовленность.

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

возрастает, а затем снижается. Эта проба является, в основном, нагрузкой для правого отдела сердца. Обычно у здоровых людей спустя 1—2 мин после пробы все показатели нормализуются. Людям, имеющим сердечную патологию, проведение этой пробы нежелательно.

Проба Генчи — задержка дыхания на выдохе. Эта проба является нагрузкой в основном для левых отделов сердца. Обследуемый после полного выдоха и вдоха снова выдыхает и задерживает дыхание. Здоровые нетренированные лица могут задерживать дыхание на выдохе в течение 20—30 с, а спортсмены — 60—90 с. При повышении тренированности продолжительность задержки дыхания у занимающихся увеличивается, при утомлении уменьшается.

Оценка функционального состояния в этой пробе следующая:

- слабое — задержка дыхания менее чем на 20 с;
- среднее — 35—40 с;
- хорошее — более 45 с.

Комбинированная проба Серкина проводится в три фазы: в первой определяется время задержки дыхания на вдохе в положении сидя; во второй — время задержки дыхания на вдохе непосредственно после 20 приседаний, выполненных в течение 30 с; в третьей — через 1 мин повторяется первая фаза. Оценка пробы представлена в таблице.

Таблица 1

Оценка пробы Серкина

Оценка	Фазы		
	1	2	3
Хорошо	40—60 с	более 50 % 1-й фазы	более 100 % 1-й фазы
Удовлетворительно	35—45 с	30—50 % 1-й фазы	70—100 % 1-й фазы
Неудовлетворительно	20—30 с	менее 30 % 1-й фазы	менее 70 % 1-й фазы

Проба с задержкой дыхания при гипервентиляции заключается в следующем: после среднего вдоха производят выдох и задерживают дыхание.

Затем после глубокого равномерного дыхания в течение 45 с вновь задерживают дыхание. Продолжительность задержки дыхания у здоровых лиц, не занимающихся спортом, после гипервентиляции значительно увеличивается, а при функциональных изменениях почти не меняется или даже уменьшается. Продолжительность задержки дыхания на выдохе после гипервентиляции у тренированных спортсменов составляет 50—80 с, а в ряде случаев доходит до 90—120 с. Эти показатели у спортсменов меняются в зависимости от уровня тренированности.

При нарастании тренированности показатели пробы увеличиваются, что может быть обусловлено адаптацией организма к гипоксемии (пониженное содержание кислорода в крови).

КОНТРОЛЬ ЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Пульсометрия. Исследование пульса является одним из главных и наиболее доступных методов изучения функции сердца.

Пульсом называется периодическое толчкообразное колебание стенок артерий, вызываемое током крови, выбрасываемой сердцем в аорту при каждом его сокращении.

Частоту пульса (ЧП) принято измерять пальпаторно, путем наложения четырех пальцев правой руки на левое запястье в области лучевой артерии. Можно проводить измерения и в области сонных и височных артерий. При подсчете ЧП секундомер следует включать в момент начала распространения пульсовой волны, а счет начинать со следующего пульсового толчка. Подсчет ведется в течение 10 или 15 с. Чтобы не сбиться со счета, особенно после нагрузки, рекомендуется считать десятками. Общее количество ударов за 10 или 15 с умножается соответственно на 6 или 4. Полученное произведение определяет ЧП за 1 мин.

Каждому человеку присуща своя ЧП в покое, в положении лежа, сидя и стоя. У здорового нетренированного человека в покое пульс обычно равен 60—80 уд./мин у мужчин и 70—80 уд./мин у женщин. У физически тренированных мужчин ЧП значительно реже 60 уд./мин и может быть 40—50 уд./мин и меньше, что указывает на более экономичную работу сердца.

Частота пульса зависит от возраста. Чем моложе человек, тем чаще у него пульс. У юношей и девушек пульс чаще, чем у взрослых, а у подростков и детей еще более частый.

Частота пульса зависит также и от положения тела. Самый редкий пульс отмечается в положении лежа, в положении сидя пульс чаще на 4—6 уд./мин, а в положении стоя на 10 уд./мин больше, чем лежа.

У одного и того же человека, находящегося в состоянии покоя, частота пульса меняется в зависимости от времени суток и места нахождения. Утром пульс ниже, чем днем и вечером. На открытом воздухе частота пульса может быть больше, чем в помещении, летом выше, чем зимой.

Учащается пульс и в результате нервного возбуждения при волнении, испуге, радости, а также после приема пищи и возбуждающих напитков (алкоголь, кофе, крепкий чай). Частый пульс наблюдается и в случае повышения температуры при некоторых острых и хронических заболеваниях (грипп, ангина), при повышенной функции щитовидной железы.

Любая физическая нагрузка, даже небольшая, вызывает учащение пульса. Научными исследованиями установлена прямая зависимость между частотой пульса и величиной физической нагрузки. На основе этой зависимости разработаны границы зон интенсивности физической нагрузки:

- малая интенсивность — частота пульса до 130 уд./мин;
- средняя интенсивность — 130—150 уд./мин;
- большая интенсивность — 150—180 уд./мин;
- максимальная интенсивность — свыше 180 уд./мин.

Для студентов зоной оптимальных нагрузок является частота пульса от 150 до 175 уд./мин.

Определить величину нагрузки можно по тому, за какое время восстанавливается пульс. Так, при малой нагрузке это происходит через 5—7 мин после окончания занятий, при средней нагрузке — через 10—15 мин, а при высокой нагрузке пульс восстанавливается только через 40—50 мин.

Человеку, занимающемуся физической культурой и спортом, желательно четко знать все параметры частоты своего пульса: в покое, до физических нагрузок, после них, после отдыха определенной продолжительности и реакцию пульса на различные по характеру стандартные физические нагрузки. Резкое учащение или замедление пульса по сравнению с предыдущими показателями может быть следствием переутомления или заболевания и требует консультации с преподавателем физического воспитания и врачом. Рекомендуется также следить за состоянием ритма и степенью наполнения пульса.

Ориентируясь на показатели частоты пульса можно более рационально дозировать объем и интенсивность физической нагрузки, паузы отдыха между упражнениями, выявить всевозможные нарушения в деятельности сердечно-сосудистой системы.

Для исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы используются так называемые функциональные пробы. Суть их заключается в том, что изучается ответная реакция организма на дозированные нагрузки различного характера и продолжительности.

Динамические функциональные пробы делятся на три группы: одномоментные, двухмоментные и трехмоментные.

ОДНОМОМЕНТНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ

К одномоментным функциональным пробам относят такие, в которых применяют однократную физическую нагрузку. Среди них наибольшее распространение получили следующие: *проба Мартинэ* (20 приседаний за 30 с); *проба Дешина и Котова* (трехминутный бег на месте в темпе 180 шагов в минуту); *проба ГЦИФК* (60 подскоков в течение 30 с); *проба с предельной нагрузкой* (бег на месте в течение 4 мин, в темпе 180 шагов в минуту, а 5 мин в предельно быстром темпе) и многие другие. Это так называемые общие неспецифические функциональные пробы сердечно-сосудистой системы.

Кроме того, для каждого вида спорта применяются специальные специфические функциональные пробы. Суть их заключается в изучении ответной реакции организма на специфические для данного вида двигательной деятельности физические нагрузки.

Проба Мартинэ проводится следующим образом. Занимающийся отдыхает стоя в основной стойке 3 мин. На 4 мин подсчитывается частота пульса за 10 с, с перерасчетом на 1 мин (исходный пульс). Далее выполняются 20 глубоких приседаний за 30 с, поднимая руки вперед, разводя колени в стороны, сохраняя туловище в вертикальном положении. Сразу же после приседаний подсчитывается частота пульса в течение первых 10 с, с перерасчетом на 1 мин. Определяется увеличение частоты пульса в процентах по отношению к исходной.

Оценка:

- отлично — 30 % и меньше;
- хорошо — 31—50 %;
- удовлетворительно — 51—70 %;
- плохо — 71—80 % ;
- очень плохо — 81 % и больше.

Проба Д.Ф. Дешина и Г.И. Котова. После отдыха в течение 3—5 мин подсчитывается пульс. Затем выполняют 3-минутный бег на месте в темпе 180 шагов в минуту ритм задает метроном. Сразу же после нагрузки измеряют вначале пульс, потом артериальное давление. Далее пульс и артериальное давление измеряют в конце каждой минуты восстановления в течение 5 мин.

У здоровых лиц, не занимающихся физической культурой и спортом, после функциональной пробы с 3-минутным бегом на месте выявляется учащение пульса до 150—160 уд./мин, систолическое артериальное давление повышается до 140—160 мм рт. ст., диастолическое снижается на 10—20 мм рт. ст. К концу 3-й минуты пульс у этих лиц остается повышенным на 12—24 уд./мин, систолическое давление также не восстанавливается. Восстановление пульса и давления у нетренированных здоровых лиц происходит только после 5 мин отдыха. Если пульс остается повышенным в течение 10 мин и более, а систолическое давление опускается ниже данных покоя, можно заключить, что имеется нарушение функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Эти же явления у спортсменов отмечаются при перетренированности и переутомлении.

У хорошо тренированных спортсменов частота пульса и систолическое артериальное давление изменяется менее выражено и полностью восстанавливаются за 3—5 мин.

ДВУХМОМЕНТНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ

Двухмоментные функциональные пробы отличаются тем, что в них физическая нагрузка выполняется дважды с небольшим интервалом отдыха.

Каждая нагрузка в пробе оценивается по тем же показателям, что и в одномоментной пробе, но в сравнении полученных данных между собой. Если функциональная способность аппарата кровообращения снижена, то после второй нагрузки отмечается атипическая реакция при нормотонической реакции после первой нагрузки.

Наиболее распространенными двухмоментными функциональными пробами являются следующие: *проба Д.Н. Коробкова* (60 подскоков в течение 30 с выполняются дважды с интервалом отдыха 4 мин); проба *Д.Г. Серкина и А.В. Иониной* (предусматривает применение дифференцированных, в зависимости от специализации спортсмена, физических нагрузок на силу, скорость или выносливость); *проба Пашона-Мартина* (включает ортостатическую пробу и 20 приседаний в течение 40 с).

Двухмоментные функциональные пробы лучше, чем одномоментные дают возможность выявить приспособляемость аппарата кровообращения к физическим нагрузкам. Однако ценность их снижается из-за того, что в них дважды повторяется одинаковая физическая нагрузка.

ТРЕХМОМЕНТНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ

Самая распространенная и популярная *проба С.П. Летунова*. Комбинированной ее называют потому, что в ней представлены нагрузки различного характера, интенсивности и продолжительности. В эту пробу входят 20 приседаний за 30 с, 15-секундный бег на месте в максимальном темпе и 3-минутный бег в темпе 180 шагов в минуту. В этой пробе 20 приседаний служат как бы разминкой, реакция пульса и артериального давления (АД) на 15-секундный бег в максимальном темпе отражает способность к быстрому усилению кровообращения, то есть адаптацию сердечно-сосудистой системы к скоростным нагрузкам, а 3-минутный бег выявляет способность организма устойчиво поддерживать усиленное кровообращение на высоком уровне в течение относительно продолжительного времени, то есть отражает адаптацию системы кровообращения к нагрузкам на выносливость.

Комбинированная проба С.П. Летунова проводится следующим образом: после подсчета пульса в положении сидя по 10-секундным отрезкам и определения АД обследуемый делает 20 глубоких приседаний за 30 с, затем после 3 мин отдыха выполняет 15-секундный бег на месте в максимальное темпе и, наконец, после 4 мин отдыха выполняется 3-минутный бег на месте в темпе 180 шагов в мин. В начале и в конце каждой минуты отдыха, после выполнения любой из нагрузок, считают пульс за 10 с, а в промежутке между подсчетом пульса измеряют АД. Данные записывают в протокол исследования.

Оценка результатов функциональной пробы Летунова проводится путем анализа непосредственной реакции пульса и АД на нагрузку, а также по характеру и времени восстановления их к исходному уровню.

Реакция считается благоприятной, если систолическое АД повышается на 15—35 мм рт. ст., диастолическое АД при этом остается постоянным или снижается на 5—10 мм рт. ст., то есть увеличение пульсового давления происходит за счет повышения систолического АД. Такая реакция сердечно-сосудистой системы называется **нормотонической**. Важным критерием ее является быстрое восстановление пульса и АД до уровня покоя. Так, например, после 20 приседаний полное восстановление может наблюдаться уже на 2 мин отдыха, после второй нагрузки — на 3 мин восстановления и после третьей нагрузки — на 4 мин отдыха. Такая реакция чаще встречается у тренированных людей. Замедление восстановления пульса и АД связывают с признаками недостаточной тренированности.

Гипертонический тип реакции характеризуется резким повышением систолического АД до 180—200 мм рт. ст. и подъемом диастолического АД, значительным учащением пульса с замедленным его восстановлением. У начинающих спортсменов такая реакция возникает в связи с физическим перенапряжением или перетренированностью.

Гипотонический (астенический) тип реакции характеризуется значительным (выше нормальных пределов) учащением пульса, особенно после второй и третьей нагрузок, крайне незначительным повышением систолического АД, или даже его понижением, диастолическое АД при этом чаще не изменяется или несколько повышается. Время восстановления частоты пульса и АД удлиняется до 5—10 мин. Усиление кровообращения при мышечной нагрузке достигается в этих случаях в основном за счет учащения пульса, а не увеличения систолического объема крови. Такая реакция рассматривается как неблагоприятная. Она характерна для людей, перенесших заболевания или страдающих вегето-сосудистой дистонией.

Дистонический тип реакции характеризуется значительным увеличением максимального АД до 180—200 мм рт. ст. и резким понижением минимального АД, которое после второй и третьей нагрузок становится равным нулю «феномен бесконечного тона». Пульс значительно учащается, восстановительный период удлиняется. Если бесконечный тон появляется после первой нагрузки или прослушивается долго — на протяжении 2—3 мин после второй или третьей нагрузки, то такая диастолическая реакция расценивается как неблагоприятная. Она свидетельствует о неадекватности реакции системы кровообращения величине выполненной физической нагрузки и наблюдается чаще всего при выраженной неустойчивости сосудистого тонуса, при неврозах, переутомлении, после заболеваний.

Реакция со **ступенчатым подъемом максимального АД** характеризуется тем, что на второй и третьей минуте восстановительного периода максимальное АД выше, чем на первой минуте. Такая реакция отражает функциональную неполноценность механизма регуляции кровообращения и оценивается как неудовлетворительная.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ И ТЕСТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Функциональная проба Руфье является самым простым косвенным методом определения физической работоспособности. Для этого используются значения частоты пульса в различные по времени периоды восстановления после относительно небольших физических нагрузок.

У испытуемого, находящегося в положении лежа на спине, в течение 5 минут, определяют частоту пульса за 15 с, с последующим пересчетом его в минуту (P_1), затем в течение 45 с он выполняет 30 глубоких приседаний, после чего сразу же ложится и у него вновь определяют частоту пульса за первые 15 с (P_2) и за последние 15 с (P_3) первой минуты восстановительного периода. Показатели пульса P_2 и P_3 обязательно пересчитывают в минуту. Оценку работоспособности производят по следующей формуле:

$$\text{Индекс Руфье} = \frac{(P_1 + P_2 + P_3) - 200}{10}.$$

Полученный индекс Руфье оценивается как хороший — от 0 до 2,9; средний — от 3 до 6; удовлетворительный — от 6,1 до 8; плохой — выше 8,1.

Для более объективной оценки физической работоспособности человека используют нагрузочные тесты с дозируемой мощностью работы. При тестировании обычно используют один из четырех видов эргометрии; велоэргометр, ступеньку или степэргометрию, бегущую дорожку или тредбан и ручной эргограф. Наиболее физиологичным, простым и доступным является тест со ступенькой (степ-тест). Существуют две разновидности степэргометрии: степ-тест PWC_{170} и Гарвардский степ-тест.

Степ-тест PWC_{170} . Для проведения этого теста необходимы: гимнастическая скамейка или ступенька высотой 30 см, секундомер и два метронома.

Тест следует проводить без предварительной разминки. Желательно вначале объяснить студентам суть этого теста и обучать навыкам подсчета пульса.

Вначале измеряется частота пульса в покое. При ее значительных отклонениях от нормы выполнять пробу не рекомендуется, так как показатели ее будут недостоверны.

Первая нагрузка выполняется с частотой 20 подъемов и спусков в минуту на гимнастической скамейке в течение 3 мин, для чего метроном устанавливается на частоту 80 сигналов в минуту. Тестируемый становится лицом к скамейке и после команды «Начинай!» выполняет восхождение на ступеньку в ритме метронома. По этой же команде включается и секундомер. На счет — «1» тестируемый ставит одну ногу на ступеньку; на — «2» поднимается и встает на ступеньку обеими ногами, выпрямляет их и принимает строго вертикальное положение; на — «3» опускает на пол ту же ногу, с которой начал восхождение; на — «4» становится двумя ногами на пол. Нельзя

допускать следующих ошибок: нарушения ритма подъемов и спусков; неполного выпрямления коленных суставов на ступеньке; неполного выпрямления тела на ступеньке постановки ноги на пол только на носок.

Первая нагрузка длится 3 мин. Затем по команде «Стоп!» тестируемый останавливается и сразу же считает пульс за первые 10 с после работы. Метроном останавливают.

Вторая нагрузка следует без отдыха, сразу же после измерения пульса. Она выполняется в темпе 30 подъемов и спусков в минуту, для чего метроном устанавливают на 120 сигналов в минуту. Продолжительность второй нагрузки также 3 мин, сразу же после окончания ее подсчитывается пульс в течение 10 с.

Для расчета PWC_{170} применяется следующая формула:

$$PWC_{170} = 7.2 \times \left(1 + 0,5 \frac{28 - P_1}{P_2 - P_1} \right),$$

где P_1 — пульс после 1 нагрузки; P_2 — пульс после 2 нагрузки.

Для облегчения расчетов величины физической работоспособности используют специальную таблицу (см. табл. 2).

Вверху, по горизонтали, находят цифру, соответствующую частоте пульса на первой нагрузке, а слева, по вертикали — частоту пульса на второй нагрузке.

Таблица 2

Определение величины PWC_{170} на 1 кг веса тела по степ-тесту

Пульс на N_2	N_1 — пульс за 10 с. при подъеме на ступеньку высотой 30 см 20 раз в мин													
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	22.7													
19	18.9	21.9												
20	16.6	18.2	20.7											
21	15.0	16.0	17.3	19.2										
22	13.8	14.5	15.3	16.2	18.0									
23	13.0	13.5	13.9	14.4	15.3	16.8								
24	12.4	12.7	12.9	13.2	13.7	14.4	15.6							
25	11.9	12.1	12.2	12.4	12.6	13.0	13.5	14.4						
26	11.4	11.6	11.7	11.7	11.8	11.9	12.2	12.6	13.2					
27	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.3	11.4	11.5	11.7	12.0				
28	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8			
29	10.5	10.5	10.4	10.4	10.3	10.3	10.3	10.2	10.2	10.1	9.9	9.6		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30	10.3	10.3	10.2	10.2	10.1	10.1	10.0	9.9	9.7	9.6	9.4	9.0	8.4	
31	10.1	10.1	10.0	9.9	9.8	9.8	9.7	9.6	9.4	9.2	9.0	8.6	8.1	7.2
32	10.0	9.9	9.8	9.7	9.6	9.5	9.3	9.0	8.7	8.4	8.0	7.7	7.5	7.2
33	9.8	9.7	9.6	9.5	9.4	9.3	9.1	8.9	8.6	8.3	7.9	7.6	7.4	7.2

Примечание.

(Нагрузка) = $1,2 \times h \times n$,

где: 1, 2 поправочный коэффициент;

h — высота ступеньки в метрах;

n — количество подъемов в минуту.

$N_1 = 1,2 \times 0,3 \times 20 = 7,2$ кгм/мин/кг;

$N_2 = 1,2 \times 0,3 \times 30 = 10,8$ кгм/мин/кг.

В месте пересечения этих показателей по вертикали и горизонтали находят величину, характеризующую относительную физическую работоспособность, рассчитанную на 1 кг массы тестируемого. Абсолютная величина физической работоспособности определяется путем умножения данной величины на вес тестируемого.

Таблица 3

Оценка относительных показателей физической работоспособности по степ-тесту PWC_{170} у студентов

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	18,6 и выше	15,1 и выше
Хорошо	17,0 — 18,5	12,0 — 15,0
Удовлетворительно	15,0 — 16,9	10,0 — 11,9
Плохо	12,5 — 14,9	8,6 — 9,9
Очень плохо	12,4 и ниже	8,5 и ниже

У хорошо тренированных спортсменов бегунов на средние дистанции и лыжников величина относительной физической работоспособности достигает 24,5 и более киллограммометров в минуту на 1 кг веса (кгм/мин/кг).

Тест PWC_{170} был разработан в Каролинском университете в Стокгольме в 50-х годах Шестрандом. Он рекомендован Всемирной организацией здравоохранения для обследования спортсменов и населения. Физическая работоспособность в тесте PWC_{170} выражается в величинах той мощности физической нагрузки при которой частота сердечных сокращений достигает 170 уд./мин. Выбор именно этой частоты не случаен. По данным многочисленных исследований, такая ЧСС является оптимальной для работы сердца здорового человека в процессе выполнения мышечной нагрузки. Кроме того,

имеется прямая пропорциональная зависимость между мощностью выполняемой мышечной работы и ЧСС.

Таким образом, с помощью этого теста можно установить ту интенсивность физической нагрузки, которая «выводит» деятельность сердечно-сосудистой системы, а вместе с ней и всей кардиореспираторной системы в область оптимального функционирования.

Индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ). Тест разработан в Гарвардском университете США в 1942 году. С его помощью количественно оцениваются восстановительные процессы после дозированной мышечной работы.

При проведении Гарвардского степ-теста физическая нагрузка задается в виде восхождений на ступеньку. Для мужчин высота ступеньки равна 50 см, а для женщин — 43 см. Испытуемому предлагается на протяжении 5 мин совершать восхождения на ступеньку с частотой 30 раз в 1 мин. Каждое восхождение и спуск складывается из 4-двигательных компонентов: «1» — подъем одной ноги на ступеньку, «2» — испытуемый встает на ступеньку двумя ногами, принимает вертикальное положение, «3» — опускает на пол ногу, с которой начал восхождение, «4» — опускает другую ногу на пол. Для строгого дозирования частоты восхождений на ступеньку и спуска с нее используется метроном, частоту которого устанавливают равной 120 уд./мин. В этом случае каждое движение будет соответствовать одному удару метронома.

Сразу же после окончания восхождения на ступеньку испытуемый садится. У него трижды определяется частота пульса за 30 с — первый раз в промежуток от 60-й до 90-й с, затем — от 120-й до 150-й с и далее — от 180-й до 210-й с. Результаты тестирования выражаются в виде индекса Гарвардского степ-теста (ИГСТ). Эту величину рассчитывают из следующего уравнения:

$$\text{ИГСТ} = \frac{t \times 100}{(f_1 + f_2 + f_3) \times 2},$$

где: t — время восхождения на ступеньку в секундах, $f_1 + f_2 + f_3$ — число сердечных сокращений за первые 30 с 2, 3 и 4 мин восстановительного периода. Величина 100 необходима для выражения ИГСТ в целых числах.

Оценка ИГСТ:

- очень плохо — меньше 50;
- плохо — 51—60;
- удовлетворительно — 61—70;
- хорошо — 71—80;
- очень хорошо — 81—90;
- отлично — 91 и выше.

Величина ИГСТ характеризует скорость восстановительных процессов после достаточно напряженной физической нагрузки и используется для оценки общей физической работоспособности и выносливости. Так у спортсменов, тренирующихся на выносливость, ИГСТ превышает цифру 100—110.

Гарвардский степ-тест является значительной нагрузкой. После 5 мин восхождения на ступеньку частота пульса достигает 170—180 уд./мин, а полностью восстанавливается лишь на 20 мин после рабочего периода.

При этом потребление кислорода во время проведения теста составляет в среднем 3,5 л/мин, а легочная вентиляция достигает 75 л/мин. Это выше предела функциональных возможностей организма некоторых нетренированных людей. Поэтому применять этот тест у неподготовленных людей нецелесообразно. Определение физической работоспособности по тесту PWC₁₇₀ с использованием велоэргометра, тредбана или тредмила проводится в основном в хорошо оборудованных кабинетах функциональной диагностики, специализированных лабораториях, оснащенных сложной аппаратурой и оборудованием чаще всего в научных целях.

Тест К. Купера позволяет определить физическую работоспособность человека по результатам 12-минутного бега. Тест рассчитан на определение возможностей обследуемого человека в упражнениях на выносливость. Во время его выполнения необходимо пробежать как можно большее расстояние за 12 мин. При этом не разрешается перенапрягаться и, если возникает одышка, нужно сбавить темп бега, а когда восстановится дыхание, можно возобновить бег. Желательно тест проводить на беговой дорожке стадиона.

Проходить тестирование могут лишь достаточно подготовленные люди, которые испытали предварительную беговую тренировку и на каждом занятии преодолевали дистанцию не менее чем 1,5 км. Оценка степени, подготовленности юношей и девушек 18—29 лет представлена в таблице 4.

Таблица 4

Оценка степени подготовленности юношей и девушек 18—29 лет

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	2,8 и больше	больше 2,64 км
Хорошо	2,5—2,7	2,16—2,64
Очень плохо	меньше 1,6 км	меньше 1,5 км
Плохо	1,6—1,9	1,5—1,84
Удовлетворительно	2,0—2,4	1,85—2,15

Повышению уровня физической работоспособности способствуют длительные циклические нагрузки (ходьба, бег, плавание, гребля, лыжи и т. п.), в результате которых улучшается функция сердечно-сосудистой системы. При этом увеличение пульса на физические нагрузки становится меньшим, а восстановление происходит быстрее, что свидетельствует об экономизации деятельности сердечно-сосудистой системы. В то же время при выполнении нарастающей по интенсивности нагрузки будет наблюдаться все большая мобилизация потенциальных возможностей организма, и прежде всего сердца, увеличивается его производительность при мышечной работе.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Функциональные пробы для оценки состояния центральной нервной системы.....	4
Функциональные пробы для оценки состояния вегетативной системы.....	4
Функциональные пробы для оценки состояния нервно-мышечной системы.....	6
Функциональные пробы для оценки внешнего дыхания.....	7
Контроль за функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы.....	9
Одномоментные функциональные пробы.....	10
Двухмоментные функциональные пробы.....	11
Трехмоментные функциональные пробы.....	12
Функциональные пробы и тесты для оценки физической работоспособности.....	14

Учебно-методическое издание

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ
ЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ
ОРГАНИЗМА СТУДЕНТА

Методические рекомендации

Составители
Лешко Владимир Нилович
Карпеева Нина Васильевна

Редактор *Л.А. Грицай*
Технический редактор *В.В. Дмитриева*

Подписано в печать 01.12.06. Поз. № 106. Бумага офсетная. Формат 60x84¹/₁₆.
Гарнитура Times New Roman. Печать трафаретная.
Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л 2,0. Тираж 150 экз. Заказ №

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»
390000, г. Рязань, ул. Свободы, 46

Редакционно-издательский центр РГУ
390023, г. Рязань, ул. Урицкого, 22