

**ЛОЙКО Татьяна Васильевна, канд. пед. наук, доцент**

*Белорусский государственный университет физической культуры,  
Минск, Республика Беларусь*

## **КОНТРОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА В ПРОЦЕССЕ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ И ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ**

В работе обосновывается необходимость систематического контроля функционального состояния организма человека в процессе спортивной тренировки и физического воспитания. Обсуждаются некоторые методики подобного контроля, в том числе и те, которые не требуют сложного диагностического оборудования и специальных медицинских знаний, что делает их доступными для использования тренерами и инструкторами в повседневной практике.

**Ключевые слова:** контроль функционального состояния; спортивная тренировка; физическое воспитание; физическая нагрузка.

## **FUNCTIONAL CONTROL OF THE HUMAN BODY STATE IN THE COURSE OF SPORTS TRAINING AND PHYSICAL EDUCATION**

The paper substantiates the need for systematic monitoring of the functional state of the human body in the process of sports training and physical education. Some techniques of such control are discussed, including those that do not require sophisticated diagnostic equipment and special medical knowledge, which makes them available for use by trainers and instructors in everyday practice.

**Keywords:** functional state control; sports training; physical education; physical load.

В системе управления процессом физической подготовки, как в рамках занятий физической культурой, так и в ходе спортивной тренировки, можно выделить 3 звена [1]:

1. Установление текущего уровня физической подготовленности человека и определение ее желаемых модельных значений с учетом специфических задач спортивной тренировки или физическо-го воспитания.

2. Разработка программы тренировочных либо оздоровительных занятий с учетом исходного и намеченного уровня физической подготовленности человека, а также материально-технических условий, в которых она будет реализовываться.

3. Организация контроля за осуществлением запланированной программы занятий, а при необходимости и ее коррекция.

Рациональная система контроля предусматривает непрерывный мониторинг не только педагогических, но и физиологических, а по возможности и

биохимических, показателей, характеризующих реакцию организма на оказываемые физические воздействия.

Особую значимость функциональный контроль имеет в практике спорта. Дело в том, что спортивная тренировка является мощным физиологическим раздражителем, вызывающим значительные приспособительные перестройки в органах и системах организма как во время выполнения физической нагрузки, так и в период восстановления после нее. Это обуславливает актуальность поиска такой системы нагрузок, которая обеспечила бы не только поддержание достигнутого уровня адаптации, но и его дальнейший рост без истощения и изнашивания структур и функций организма, несущих на себе основную нагрузку в процессе тренировочной или соревновательной деятельности спортсмена [2].

Поступательное повышение тренированности и специальной физической работоспособности высококвалифицированных спортсменов возможно только при использовании тренировочных

нагрузок, приближающихся по своей величине к пределу адаптационных возможностей организма. В то же время тренировочные воздействия, превышающие функциональные возможности спортсмена, вызывают срыв механизмов адаптации, истощают все виды физиологических резервов организма, приводят к росту травматизма, развитию патологических изменений в органах и тканях, приводящих порой к необратимым негативным последствиям, в частности к внезапной смерти спортсмена [3, 4, 5, 6].

Сегодня под термином «внезапная смерть» в спорте понимают смерть спортсмена во время выполнения физических нагрузок, либо в течение ближайших 24 часов с момента появления первых симптомов, обусловивших прекращение физической нагрузки или повлекших ее изменение.

Частота внезапной смерти в спорте находится примерно на уровне 1–6 случаев на 100 000 занимающихся. Примерно 75 % умерших спортсменов не достигли возраста 35 лет. Их средний возраст составляет 27–28 лет. В 91–97 % случаев внезапно умершими спортсменами являются представители мужского пола. Основная доля смертельных исходов (81 % случаев) приходится на время проведения тренировочного занятия или сразу после него [5].

Проблема внезапной смерти человека в процессе выполнения физических нагрузок актуальна и для сферы физического воспитания. Известны случаи летальных исходов на уроках физической культуры в учреждениях как среднего, так и высшего образования; в фитнес центрах и клубах.

Ведущая причина внезапной смерти в спорте – патологические состояния и заболевания сердца (более 90 % всех причин). Чаще всего они связаны с нарушением коронарного кровоснабжения сердечной мышцы ( $\frac{1}{3}$  случаев) и разви-

тием гипертрофической кардиомиопатии ( $\frac{1}{4}$  случаев). Реже в качестве причин внезапной смерти выступают миокардит, клапанные пороки, в частности пролапс митрального клапана [5] и скрытая инфекция сердца. Данный орган может быть поражен различными вирусами (например: гриппа, свинки, кори, герпеса) и бактериями. Поэтому следует воздерживаться от интенсивной мышечной деятельности, по меньшей мере, в течение 10 дней даже после легких заболеваний. Ни в коем случае нельзя сразу после возобновления занятий наверстывать не выполненные во время болезни объемы работы [7].

Когда вирус проникает в сердце, спортсмен, как правило, уже не может показывать свои прежние результаты. Он чаще испытывает потребность в отдыхе. У спортсмена отмечается повышение ЧСС в состоянии покоя. Инфицированное сердце в минуту совершает на 8–12 сокращений больше, чем здоровое. Поэтому следует регулярно следить за своим пульсом.

К сожалению, инфицированное сердце, в отличие от пораженных вирусами или бактериями скелетных мышц, сигнализирующих о возникшей проблеме болевыми ощущениями, может достаточно долго не подавать никаких тревожных сигналов [7]. Это создает негативные предпосылки для развития глубоких патологических изменений в его работе, особенно на фоне интенсивной или продолжительной мышечной деятельности.

Наиболее напряженно система кровообращения работает в холодное время года. Не случайно пик смертности от заболеваний сердечно-сосудистой системы в нашей климатической зоне приходится на январь месяц. Этому предшествует декабрьское повышение уровня холестерина в крови [8]. Данная особенность функционирования системы кровообращения требует повышенного вни-

мания к качеству приспособительных реакций сердца и кровеносных сосудов на выполнение физических нагрузок в зимний период.

В группу риска по развитию внезапной смерти входят спортсмены, от которых требуется проявление выносливости на протяжении длительного времени (например, бегуны на длинные и сверхдлинные дистанции), а также атлеты, чья тренировочная и соревновательная деятельность характеризуется резкими переходами от работы малой интенсивности к высокоинтенсивной мышечной деятельности, особенно если она сопровождается значительным повышением внутригрудного давления (например, теннисисты).

Внезапная смерть может быть вызвана не только внутренними, но и внешними причинами, например, выполнением физических нагрузок, превышающих функциональные возможности организма спортсмена. Так, 80 % умерших атлетов не предъявляли никаких жалоб накануне смерти и не имели высокого наследственного риска внезапной смерти [5].

Выявить тонкую грань между допустимым пределом физической нагрузки и чрезмерным тренировочным воздействием, нарушающим нормальную деятельность органов и систем организма, можно только на основе объективных результатов функционального контроля за ходом спортивной тренировки. Именно они позволяют подобрать рациональные объемы и интенсивность тренировочных воздействий, обеспечивающих наибольший прирост физической работоспособности спортсмена без ущерба его здоровью [6].

В организационном плане принято выделять три вида функционального контроля: оперативный, текущий, этапный [2, 9].

Оперативный контроль позволяет оценить срочные реакции организма на выполнение отдельных физических нагрузок в ходе занятия, а также его функциональное состояние после завершения целого занятия.

По результатам оперативного контроля специалист в области спортивной тренировки или физического воспитания в случае необходимости сможет своевременно скорректировать величину физических нагрузок, выполняемых в рамках текущего занятия. Это позволит не допустить чрезмерного истощения физиологических резервов организма, а также создать необходимые предпосылки к его эффективному восстановлению после завершения интенсивной мышечной деятельности с обязательным выходом на сверхвосстановление.

Текущий контроль направлен на оценку функционального состояния организма, которое является следствием кумулятивного тренировочного эффекта серии занятий, микроциклов. Рекомендуемая частота его проведения, как при занятиях спортом, так и в процессе физического воспитания, – не реже 1 раза в неделю.

Объективная информация о текущем функциональном состоянии занимающихся позволит тренеру (инструктору) получить ответы на 3 очень актуальных вопроса [10]:

1. Какова физиологическая стоимость выполненных спортсменом (физкультурником) физических нагрузок?
2. Нуждается ли реализуемая программа физической подготовки в какой-либо коррекции?
3. Кого целесообразнее включить в стартовый состав команды?

Последняя задача (ввиду своей специфичности) представляется более актуальной в области спортивной тре-

нировки, нежели в сфере физического воспитания.

Этапный контроль оценивает состояние организма человека, явившееся следствием его долговременной адаптации к физическим нагрузкам, выполняемым на протяжении длительного периода подготовки.

В практике спорта проводить его целесообразно 4 раза в год [11]:

1-й раз – в начале подготовительного периода. Задача контроля – оценка состояния спортсмена после отпуска (точка отсчета). Выявление его слабых и сильных сторон.

2-й раз – в конце подготовительного периода. Задача контроля – изучение степени прогресса спортсмена, оценка эффективности реализуемой тренировочной программы.

3-й раз – середина соревновательного периода. Задача контроля – оценка эффективности работы по поддержанию достигнутого в подготовительном периоде уровня развития основных физических качеств спортсмена. Данный контрольный срез наиболее актуален в тех видах спорта, где соревновательный период растягивается на достаточно длительный срок, например, в биатлоне, лыжных гонках, хоккее, футболе и т. д.

4-й раз – завершение соревновательного периода. Задача контроля – определить, что необходимо подтянуть или восстановить во время отпуска, предоставленного спортсмену.

В процессе занятий оздоровительной физической культурой этапный контроль можно проводить реже, например, 1-й раз в 4–6 месяцев. Он необходим не только инструктору для оценки эффективности разработанной им программы физической подготовки, но и занимающимся для объективизации результатов своих занятий.

Если оперативный и текущий функциональный контроль можно проводить в так называемых «полевых» условиях, то показатели этапного контроля регистрируют, как правило, в специально организованных условиях с использованием более сложных методик, требующих аппаратного обеспечения.

Выбор контролируемых физиологических систем и характеризующих их показателей опосредован специализацией спортсмена или приоритетной направленностью физического воспитания человека. Например, в скоростно-силовых и сложнокоординационных видах спорта акцент делают на изучении функционального состояния центральной нервной системы, сенсорных систем и нервно-мышечной системы. В видах спорта, требующих проявления выносливости, – на изучении функциональных возможностей кислородтранспортной системы. Кроме того, для всех видов спорта и физического воспитания важна оценка динамики физической работоспособности человека [11].

Достоверно ее оценить можно по совокупности косвенных показателей, в качестве которых выступают различные физиологические, биохимические и психофизические константы, отражающие реакцию организма на выполнение физической нагрузки. Например, частота сердечных сокращений (ЧСС), систолический объем крови, концентрация в крови молочной кислоты, величина кислородного долга, максимальное потребление кислорода и т. д.

Снижение косвенных показателей физической работоспособности в пределах до 15 % от исходного уровня указывает на развитие утомления. Ухудшение анализируемых показателей на 16–19 % свидетельствует о возникновении хронического утомления. Снижение на  $\geq 20$  % указывает на развитие таких

патологических состояний, как переутомление и перетренированность [12].

В практике спорта наиболее распространенными методами определения физической работоспособности являются различные варианты велоэргометрических и степ-тестовых нагрузок [4, 12, 13]. Для сферы физического воспитания наиболее доступными являются именно степ-тестовые методики.

При проведении контроля функционального состояния лиц, занимающихся физической культурой и спортом, приоритетными следует считать показатели, объективно характеризующие функциональное состояние системы кровообращения. Их высокая диагностическая значимость в выявлении ранних признаков переутомления обусловлена тем, что при выполнении чрезмерных физических нагрузок в первую очередь нарушаются условные рефлексы, регулирующие работу сердечно-сосудистой системы. Лишь спустя некоторое время расстраиваются двигательные условные рефлексы. Так, на фоне снижения приспособительных возможностей системы кровообращения хорошее функциональное состояние нервно-мышечного аппарата может сохраняться в течение 6–8 недель тренировок [14].

Некоторое представление о функциональном состоянии человека можно получить на основе анализа показателей, характеризующих деятельность системы кровообращения в состоянии покоя. Однако наибольшую диагностическую значимость имеют функциональные пробы с дозированными физическими нагрузками. При их проведении целесообразно изучать не только реакцию системы кровообращения на физическую нагрузку, но и скорость восстановления характеризующих ее показателей к исходному уровню [14]. Это обусловлено тем, что адаптация сердца к физическим

нагрузкам происходит сразу по двум направлениям:

1. Повышается мощность сердечных сокращений.
2. Ускоряются восстановительные процессы, протекающие в миокарде, по окончании мышечной деятельности.

В качестве интегрального показателя системы кровообращения широко используется ЧСС, которая легко определяется по пульсу. Пульсометрия является наиболее простым и доступным методом изучения функционального состояния системы кровообращения и оценки уровня ее адаптации к физическим нагрузкам. Изменение частоты сердечных сокращений во время мышечной деятельности и ее динамика в восстановительном периоде объективно характеризуют приспособительные возможности организма человека. Не случайно этот показатель считается эффективным инструментом управления физическими нагрузками. Увеличение ЧСС в состоянии покоя по сравнению с обычными для человека значениями является наиболее ранним признаком его дизадаптации к мышечной деятельности, требующим оперативной коррекции выполняемых физических нагрузок.

Подсчет ЧСС методом пульсометрии следует производить в одних и тех же условиях не менее 3 раз в день: 1-й раз – утром в состоянии покоя сразу после сна, 2-й раз – сразу после занятий физическими упражнениями, 3-й раз – на 10-й минуте восстановления после мышечной деятельности. Измерения всегда производятся в одном и том же положении (лежа или сидя). При этом важно оценивать не только частоту сердечных сокращений, но и их ритмичность, а также наполнение пульса. Неодинаковое наполнение пульсовых волн даже при стабильной ЧСС, а тем более аритмия, вплоть до пропусков отдельных пульсовых волн, указывают на не-

обходимость снижения физических нагрузок, увеличения продолжительности и качества отдыха [15].

Повысить информативность ЧСС позволяет математический анализ сердечного ритма, лежащий в основе такой методики как кардиоинтервалография [14]. Благодаря своей высокой диагностической значимости в оценке уровня тренированности спортсмена и эффективности его адаптации к физическим нагрузкам названная методика в последние годы приобретает все большую популярность в спортивной практике. В сфере физического воспитания по ряду объективных причин кардиоинтервалография не нашла широкого применения.

Во время выполнения физических упражнений ЧСС должна значительно возрастать по сравнению с уровнем покоя, иначе не будет получено ни оздоровительного, ни тренировочного эффекта от двигательной активности. В то же время нельзя превышать допустимых для каждого возраста максимальных значений данного показателя. Они рассчитываются по следующим формулам:

220 – возраст лиц до 60 лет,

210 – возраст лиц старше 60 лет.

Оптимальный диапазон рабочей ЧСС на занятиях физической культурой рассчитывается по следующим формулам:

Верхняя граница:  $ЧСС_{\text{макс}} * 0,75$ .

Нижняя граница:  $ЧСС_{\text{макс}} * 0,60$ .

Оптимальный диапазон рабочей ЧСС на тренировочном занятии рассчитывается по другим формулам:

Верхняя граница:  $(ЧСС_{\text{предельная}} - ЧСС_{\text{покоя}}) * 0,85 + ЧСС_{\text{покоя}}$ .

Нижняя граница:  $(ЧСС_{\text{предельная}} - ЧСС_{\text{покоя}}) * 0,6 + ЧСС_{\text{покоя}}$ .

Для оценки соответствия выполненной физической нагрузке функциональным возможностям организма целесообразно производить подсчет ЧСС не только сразу после завершения занятия, но и в период восстановления после него. С этой целью можно использовать индекс Никитина [15]:

$$P = ЧСС1 - ЧСС2,$$

где P – разность;

ЧСС1 – частота сердечных сокращений в покое;

ЧСС2 – частота сердечных сокращений через 10 минут после завершения занятия.

Для хорошо подготовленных людей, систематически занимающихся физической культурой, и для спортсменов допускается величина P в диапазоне 18–25 уд/мин.

Для малоподготовленных людей, имеющих нарушения в состоянии здоровья, допустимая величина P – 10–14 уд/мин. Если значение данного показателя менее 10 уд/мин, то выполненная нагрузка была недостаточной, более 14 уд/мин – чрезмерной.

Выбор 10-минутного интервала между измерениями ЧСС обусловлен тем, что именно на 8–10 минутах восстановления в организме происходят какие-то тонкие перестройки, обеспечивающие его переход от активного состояния к отдыху. В этот период малейшие признаки переутомления, нарушения вегетативной регуляции функций, особенно кровообращения, видны наиболее четко [15].

Динамику восстановительных процессов по ряду гомеостатических констант целесообразно исследовать и на более поздних этапах восстановительного периода: через 30–60 мин, 4–6 ч и 36–48 ч после окончания тренировки [9].

Наряду с ЧСС достаточно высокой диагностической значимостью обладают и такие показатели системы кро-

воображения, которые характеризуют артериальное давление человека, электрическую активность сердца и его сократительные способности, состояние периферического кровотока и др. [9].

Высокая информативность присуща и биохимическим показателям. Также, как и физиологические показатели, они позволяют оценить срочный эффект нагрузки, выявить характер и продолжительность восстановления функций организма после ее выполнения, проследить динамику адаптационных процессов, протекающих в организме человека при выполнении мышечной деятельности различной направленности и интенсивности [16].

Контроль биохимических показателей по ряду объективных причин не нашел широкого распространения в практике физического воспитания. При подготовке спортсменов, особенно высококвалифицированных, биохимические исследования являются неотъемлемой составной частью контроля уровня их адаптации к тренировочным нагрузкам [17, 18]. Изучают кислотно-щелочное равновесие крови, содержание в ней мочевины, гормонов (кортизола, соматотропина, тестостерона, инсулина, аденкортикотропного гормона, гормонов щитовидной железы), глюкозы, общего белка, креатинфосфокиназы, триглицеридов, состав липопротеидов и т. д. Изучают также содержание катехоламинов и кортикостероидов в моче [9, 16, 17, 18].

Чаще всего тренировочный эффект от выполненной физической нагрузки оценивают по содержанию в периферической крови мочевины, креатинфосфокиназы и кортизола. Забор крови для определения концентрации в ней названных биохимических показателей осуществляют утром натощак и после окончания вечерней тренировки для выявления суммарного адаптационного сдвига, достигнутого в течение тренировочного дня.

Характер метаболической адаптации к нагрузкам различной направленности определяется особенностями энергообеспечения мышечной деятельности [16]. При тренировках на уровне ПАНО в энергообмен вовлекаются углеводы, которые используются как в аэробном, так и в анаэробном процессах. Углеводные энергоресурсы организма ограничены. Пополнение их запасов происходит главным образом за счет белков. Неогликогенез сопровождается образованием такого побочного продукта, как аммиак, который в печени превращается в мочевину. Возрастание уровня мочевины в крови в нагрузочный и постнагрузочный периоды указывает на восполнение углеводных ресурсов организма из белковых структур.

При нагрузках скоростной направленности ведущим механизмом энергообеспечения является анаэробный распад глюкозы. При такой работе расход энергоресурсов не столь значителен. Поэтому потребность в их восполнении за счет белковых структур менее актуальна. В связи с этим работа скоростного характера не вызывает выраженного увеличения содержания мочевины в крови.

При выполнении нагрузок силовой направленности энергия образуется за счет расщепления АТФ и креатинфосфата, расщепление которого стимулируется ферментом креатинфосфокиназой. Его высокие значения в крови являются показанием к снижению интенсивности тренировочных нагрузок [16].

В общем, физическая нагрузка может оказывать на организм человека не только позитивное воздействие, выражающееся в укреплении здоровья и росте тренированности, но и вызывать патологические, порой не обратимые, изменения в его органах и системах. Путь, по которому пойдет формирование приспособительных перестроек, в значительной мере определяется степенью со-

ответствия тренирующих воздействий функциональным возможностям организма. Правильно организованный динамический контроль функционального состояния организма является неотъемлемым компонентом эффективной спортивной тренировки и физического воспитания. Это значит, что каждый тренер или инструктор по физическому воспитанию обязан владеть простейшими методиками функционального контроля, не требующими сложного диагностиче-

ского оборудования и специальных медицинских знаний для интерпретации его результатов. Более эффективного способа профилактики патологических изменений в деятельности органов и систем организма, нарушения здоровья человека из-за выполнения неадекватных физических нагрузок не существует! Ряд методик, соответствующих вышеуказанным требованиям, примерная схема проведения контрольных мероприятий рассмотрены в данной статье.

1. Куликов, Л. М. Управление спортивной тренировкой: системность, адаптация, здоровье / Л. М. Куликов. – М. : Физкультура, образование, наука, 1995. – 394 с.
2. Платонов, В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В. П. Платонов. – М. : Советский спорт, 2005. – 820 с.
3. Медико-биологическое обеспечение спорта за рубежом / авт.-сост. Г. А. Макарова, Б. А. Поляев. – М. : Советский спорт, 2012. – 310 с.
4. Макарова, Г. А. Спортивная медицина : учеб. / Г. А. Макарова. – М. : Советский спорт, 2003. – 480 с.
5. Гаврилов, Е. А. Внезапная смерть в спорте – новый взгляд на проблему / Е. А. Гаврилова, О. С. Ларинцева // Прикладная спортивная наука. – 2015. – № 1. – С. 64–67.
6. Фудин, Н. А. Медико-биологические технологии в управлении тренировочным процессом и соревновательной деятельностью спортсменов высшей квалификации / Н. А. Фудин, А. А. Хадарцев, С. В. Чернышев // Вестник спортивной науки. – 2015. – № 3. – С. 34–37.
7. Колосков, А. Смерть на спортплощадке / А. Колосков // Физкультура и спорт. – 2001. – № 1. – С. 16–17.
8. Физиологические основы здоровья : учеб. пособие / Отв. ред. Р. И. Айзман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФА-М, 2016. – 351 с.
9. Современная система спортивной подготовки / под ред. Ф. П. Сулова, В. Л. Сыча, Б. Н. Шустина. – М. : СААМ, 1995. – 448 с.
10. Юдин, Б. Д. Функциональная готовность организма – критерий эффективности тренировочного и соревновательного процессов юных футболистов / Б. Д. Юдин, Ш. Я. Сабитов // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2015. – № 1. – С. 32–35.
11. Занковец, В. Э. Тестирование в профессиональном хоккее / В. Э. Занковец // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 10. – С. 33.
12. Лойко, Т. В. Определение физической работоспособности юных спортсменов / Т. В. Лойко. – Минск : БГУФК, 2012. – 27 с.
13. Гамза, Н. А. Функциональные пробы в спортивной медицине / Н. А. Гамза, Г. Р. Соляно, Т. В. Жукова. – Минск : БГУФК, 2011. – 57 с.
14. Юшкевич, Т. П. Управление тренировочной нагрузкой юных спринтеров на основе показателей функционального контроля : метод. рекомендации / Т. П. Юшкевич, В. И. Приходько, Т. В. Лойко. – Минск : БГУФК, 2011. – 26 с.
15. Преображенский, В. С. Вас принимает доктор ФиС, или как сэкономить на лечении : альманах / В. С. Преображенский. – М., 2002. – Вып. 24. – 190 с.
16. Рыбина, И. Л. Особенности биохимической адаптации к нагрузкам различной направленности биатлонистов высокой квалификации / И. Л. Рыбина, Е. А. Ширковец // Вестник спортивной науки. – 2015. – № 3. – С. 28–33.
17. Рыбина, И. Л. Алгоритм оценки адаптационных изменений организма спортсменов с использованием данных клинико-лабораторного контроля / И. Л. Рыбина, Е. А. Ширковец // Вестник спортивной науки. – 2017. – № 3. – С. 36–40.
18. Шкуматов, Л. М. Стратегия и тактика текущего биохимического контроля тренировочного процесса спортсменов высокой квалификации циклических видов спорта : практ. пособие / Л. М. Шкуматов, В. В. Шантарович, Е. А. Мороз. – Минск : РНПЦ спорта, 2017. – 36 с.