

# 5 НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ, ЛФК И ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ С ДЕТЬМИ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, ШКОЛЬНИКАМИ И СТУДЕНТАМИ, ИМЕЮЩИМИ ОТКЛОНЕНИЯ В СОСТОЯНИИ ЗДОРОВЬЯ

---

УДК 378.1 +378.096

**Р. Р. Колясов, В. Н. Колясова**  
*ФГОУВО «КГМУ», Казань, Республика Татарстан, Россия*

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПРОБА С ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ: ИССЛЕДОВАНИЕ СЕРДЕЧНО- СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Представлены способы объективной оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Анализ функций сердечно-сосудистой системы и учёт эффективности воздействий физической нагрузки проводится с помощью функциональных проб с дозированной нагрузкой.

**Ключевые слова:** функциональная проба; пульс; артериальное давление; среднее гемодинамическое давление; показатель качества реакции; ударный объём; сердечный выброс; реституция.

**Введение.** Для составления плана тренировочных, оздоровительных и реабилитационных мероприятий необходимо иметь точные данные о функциональном состоянии системы, на которую направлены воздействия. Для исследования сердечно-сосудистой системы (ССС) предлагается оценить: поведение системы в состоянии покоя; качество реакции системы на вход в работу; функционирование системы на требуемом новом рабочем уровне; выход системы из работы, возвращение к исходному уровню.

**Цель работы** — определить способы объективной оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы, используя пробу с физической нагрузкой.

*Материалы и методы исследования.* Функциональные пробы — это различные дозированные нагрузки или возмущающие воздействия, позволяющие объективно оценить функциональное состояние систем организма. К функциональным пробам (ФП) предъявляют следующие требования: ФП проводится одним и тем же лицом, в одно и то же время дня; ФП должна быть надежной (надежность — воспроизводимость результатов тестирования при сохранении неизменными функционального состояния организма испытуемого и внешних условий проведения теста); ФП должна быть стандартной (для сравнения результатов подходят только те ФП, в которых были применены одинаковые физические нагрузки — возмущения); при проведении ФП должны применяться любые, но строго дозированные физические нагрузки по интенсивности и по времени выполнения (объёму), вызывающие сдвиги в исследуемой системе.

Функциональная способность ССС зависит от узловых механизмов регуляции. В сердце, выполняющем функцию насоса, таким узловым механизмом является регуляция систолического выброса и регуляция частоты сердечных сокращений в единицу времени. В сосудистой системе узловым механизмом является изменение сосудистого тонуса, т. е. повышение, или понижение сопротивления току крови. Качественно реакция ССС на физическую нагрузку зависит от скорости взаимодействия между всеми узловыми механизмами на всех уровнях управления [2].

Анализ функций ССС на определённую физическую нагрузку проводится по предлагаемой схеме:

- 1) вид контрольной нагрузки;
- 2) поведение системы в состоянии покоя, определяются следующие показатели: пульс или частота сердечных сокращений (ЧСС); артериальное давление (АД); среднее гемодинамическое артериальное давление (САД);
- 3) определение абсолютной величины этих же показателей после физической нагрузки, характеризующих интенсивность сдвигов в работе ССС;
- 4) поведение системы на требуемом новом рабочем уровне: расчёт показателя качества реакции (ПКР), ударного объёма (УО) и сердечного выброса (СВ);
- 5) выход системы из работы, возвращение к исходному уровню.

*Результаты и обсуждение.* Рассмотрим диагностическое значение исследуемых показателей.

Тестирование ССС может включать следующие виды контрольной нагрузки: ФП с такой физической нагрузкой (ФН), которая выполняется за счёт регуляции кровообращения; ФП с ФН, которая вовлекает в работу резервы, но лежит ещё в субмаксимальных пределах; ФП с ФН, которая требует максимальной работоспособности [3].

*Оценка изменения пульса.* Частота пульса — это количество сердечных сокращений в единицу времени. Ритм сердечных сокращений — последовательность одного сокращения за другим и интервалов между сокращениями во времени.

Варианты реакции пульса на нагрузку: 1) ЧСС увеличилась; 2) ЧСС не изменилась; 3) ЧСС уменьшилась; 4) возникновение аритмий.

Последние три варианта реакции пульса указывают на неблагоприятную реакцию ССС на физическую нагрузку.

*Оценка изменения артериального давления (АД).* Систолическое артериальное давление (АД<sub>с</sub>) — это величина, выражающая весь запас энергии движущегося столба крови в период систолы. Диастолическое артериальное давление (АД<sub>д</sub>) — наименьшая величина давления крови в артерии к концу диастолы.

Выделяют девять типов изменений АД в ответ на ФН (рисунок 1).

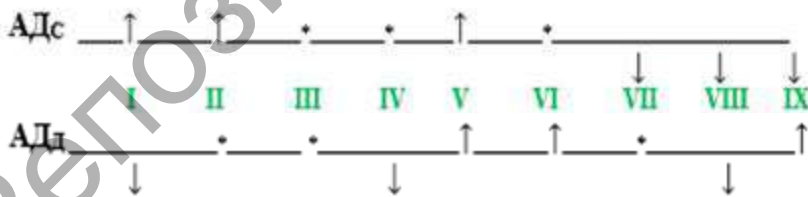


Рисунок 1 — Типы изменений АД в ответ на физическую нагрузку

Охарактеризуем изменения: I—II варианты изменения АД — физическая нагрузка адекватная; III—IV — ФН мала или чрезмерна, но тогда пульс повышается значительно; V—IX — ФН

чрезмерная, неадекватна состоянию испытуемого. Повышение АД<sub>д</sub> после дозированной ФН расценивается как признак нарушения сосудистого тонуса.

Определение среднего гемодинамического артериального давления (САД) по относительным величинам. САД можно вычислить по формуле Н. Н. Савицкого

$$\text{САД} = \text{АД}_д + \text{ПД} \div 2 ,$$

где ПД — пульсовое давление (рассчитывается как разница между систолическим и диастолическим давлением).

Диапазон колебания САД: 50—70 мм Hg (нижний критический уровень) и 130—170 мм Hg (верхний критический уровень). САД выражает энергию непрерывного движения крови по артериальной системе, а также отражает «жесткость» артериальных сосудов, отличается постоянством, до и после физической нагрузки в норме не должно меняться.

Качество реакции системы на вход в работу: чем система быстрее перестроится для выполнения новых требований, тем совершеннее качество регуляции. К параметрам, моментально реагирующим на увеличение потребления O<sub>2</sub> при ФН, относят минутный объем крови или сердечный выброс. Систолический ударный объем сердца (УО) и сердечный выброс (СВ) — основные показатели, которые характеризуют сократительную функцию миокарда [1]. СВ — количество крови, перекачиваемое правым и левым отделом сердца (в легочную артерию, в аорту) за 1 минуту. Определяют динамику изменений СВ по относительным величинам с помощью формулы

$$\text{СВ} = \text{ЧСС} \cdot \text{УО},$$

где УО — это количество крови, выбрасываемой желудочком сердца за одну систолу. УО (искусственный показатель) рассчитывается по формуле Старра

$$\text{УО} = 100 + 0,5 \cdot \text{ПД} - 0,6 \cdot \text{АД}_д - 0,6 \cdot \text{В},$$

где В — возраст.

Величина УО зависит от объема сердечных полостей, функционального состояния миокарда, потребности организма в крови.

У взрослого человека минутный объем (СВ) приблизительно равен 5—7 л, у тренированного — 10—12 л. В условиях физической нагрузки величина СВ у человека возрастает до 20—30 л / мин за счёт увеличения ЧСС и сократимости миокарда на 50—70%.

Поведение системы на требуемом новом рабочем уровне: чем стабильнее работа системы, тем она качественнее. Расчет показателя качества реакции (ПКР) сердечно-сосудистой системы на нагрузку производится по формуле Кушелевского и Зискина

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

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

$\text{ПД}_2$  — пульсовое давление на первой минуте восстановления;

$\text{П}_1$  — пульс до нагрузки (за 1 мин);

$\text{П}_2$  — пульс на первой минуте восстановления (за 1 мин).

Нормальное значение ПКР составляет от 0,5 до 1,0 усл. ед. Отклонения в ту или иную сторону расценивают как признак ухудшения функционального состояния ССС.

**Оценка восстановительного периода.** Восстановительный период условно делится на 3 этапа:

1) раннее восстановление (ранняя реституция), длительность этапа 30—60 с после окончания мышечной работы;

2) собственно восстановление (реституция) — показатели кардиодинамики восстанавливаются до значений, близких к исходным, длительность этапа зависит от интенсивности и времени выполнения ФН;

3) этап стабилизации — характеризует стабилизацию показателей кардиодинамики [3].

Прекращение мышечной работы сопровождается комплексом кардио- и гемодинамических сдвигов, направленных в конечном итоге на восстановление уровня функционирования аппарата кровообращения до исходного уровня, или близкого к нему. Это восстановление может идти двумя путями. В первом, наилучшем, случае показатели функции ССС постепенно снижаются ниже исходного уровня — аperiodический тип восстановления. Во втором, худшем, случае показатели функции ССС снижаются ниже исход-

ного уровня, затем повышаются выше его, вновь снижаются ниже исходного, и так, постепенно уменьшая амплитуду колебания, возвращаются к исходному уровню — периодический тип восстановления. Для определения типа восстановления необходимо наблюдать за динамикой изменения ЧСС и АД в течение 5—6 мин.

*Вывод.* Анализ функций ССС и учёт эффективности воздействий физической нагрузки с помощью функциональных проб имеют не меньшую ценность, чем результаты, полученные при использовании сложных аппаратных методов исследований в лабораторных условиях. Ошибки при элементарном анализе функций незначительны, и ими можно пренебречь.

This article presents the methods of objective evaluation of the functional state of the cardiovascular system. Analysis of the functions of the cardiovascular system and the efficiency of the influence of physical loads is carried out using a functional test with dosed load.

**Key words:** functional test; pulse; blood pressure; mean hemodynamic pressure; the quality reaction index; cardiac output; restitution; impact volume.

#### Список цитируемых источников

1. Колясова, В. Н. Влияние тренировки аэробной направленности на коронарное кровообращение / В. Н. Колясова // Вестн. спортив. науки. — 2009. — № 1. — С. 25—27.
2. Колясов, Р. Р. Оценка эффективности воздействий на кардиореспираторную систему при тренировках аэробной направленности / Р. Р. Колясов, В. Н. Колясова, Ю. С. Ванюшин // Теория и практика физ. культуры. — 2012. — № 9. — С. 50—53.
3. Протасов, В. М. Анализ функций и учет эффективности лечения в практической работе по лечебной физкультуре / В. М. Протасов, В. Х. Даловский. — Казань : Тан, 1992. — 75 с.

Материал поступил в редакцию 20.04.2017 г.