

УДК 612.172.2:612.1:796.017.2

## РЕАКЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА ДОЗИРОВАННЫЕ ИЗОМЕТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ У КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ

© 2009 г. Т. С. Окулов, М. Н. Кондратьева, С. Л. Совершаева

Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

Упражнения силового троеборья имеют в своей биомеханической структуре большую статическую составляющую. Это обуславливает высокие требования к функционированию организма в условиях изометрических нагрузок. Рассматриваемый режим работы сопровождается выраженным напряжением регуляторных механизмов и, как результат, морфофункциональными изменениями в сердечно-сосудистой системе [5, 13, 15]. Потребности современной спортивной медицины и физиологии вызывают необходимость проведения исследований, способствующих накоплению знаний в области организации рационального тренировочного процесса и врачебного контроля при проведении силовых тренировок [2, 6, 7]. Эти данные в дальнейшем могут быть использованы при планировании учебно-тренировочного процесса и организации качественного спортивного отбора.

Цель исследования — изучить характер изменений функционального состояния сердечно-сосудистой системы в ответ на статическую нагрузку у спортсменов, занимающихся силовым троеборьем.

### Материалы и методы исследования

Выборку (66 человек) составили студенты-юноши 17–18 лет, обучающиеся на младших курсах Северного государственного медицинского университета г. Архангельска и занимающиеся в секции силового троеборья. Все обследованные имели массовые разряды по силовому троеборью. Испытуемые на момент исследования были практически здоровы. Эксперимент проводился в подготовительном цикле тренировок в первой половине дня. При этом исключалась предшествующая физическая нагрузка. В состоянии покоя при комнатной температуре и нормальной влажности в положении сидя регистрировалась ЭКГ (100 циклов) при скорости лентопротяжного механизма 25 мм/сек., измерялось артериальное давление (АД) и частота сердечных сокращений (ЧСС). Затем испытуемые с помощью станового динамометра выполняли статическую пробу, которая заключалась в удержании 50 % максимальной произвольной становой силы в течение одной минуты (максимальную становую силу определяли накануне). Сразу же по окончании пробы вновь регистрировали ЭКГ, АД и ЧСС. Исходные измеряемые параметры далее использовали для получения расчетных параметров гемодинамики: ударного (УО) и минутного (МОК) объемов кровообращения, удельного периферического сопротивления (УПС) [6, 7, 9]. Анализ ритмокардиограммы проводили по методике Р. М. Баевского [3] с расчетом моды (МО), амплитуды моды (АМО), вариационного размаха ( $\Delta x$ ), индекса напряжения (ИН), индекса вегетативного равновесия (ИВР). Результаты исследования обрабатывались с использованием электронных таблиц «Excel» и статистической про-

Изучено изменение функционального состояния сердечно-сосудистой системы в ответ на статическую нагрузку у спортсменов в возрасте 17–18 лет, занимающихся силовым троеборьем. Регистрировались частота сердечных сокращений, артериальное давление и ЭКГ до и после статической пробы. Выявлены изменения ряда показателей центральной гемодинамики и сердечного ритма в ответ на статическую нагрузку.

**Ключевые слова:** силовая тренировка, статическая нагрузка, изометрические упражнения, сердечный ритм, гемодинамика у спортсменов.

граммы «SPSS for Windows» (14.0) с применением параметрических и непараметрических критериев. Вычислялась одномерная описательная статистика для каждого из исследуемых показателей. Достоверность различий определялась с помощью t-критерия Стьюдента.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Анализ полученных данных (табл. 1) позволил установить ряд изменений. Частота сердечных сокращений после пробы достоверно увеличилась на 36,62 % ( $t = 4,23; p < 0,001$ ). Артериальное давление изменилось в следующих пределах: систолическое (САД) достоверно увеличилось на 12,67 % ( $t = 2,92; p < 0,05$ ), диастолическое (ДАД) достоверно уменьшилось на 8,33 % ( $t = 2,4; p < 0,05$ ). К концу пятой минуты постнагрузочного периода показатели ЧСС и АД восстановились до исходных величин, что в совокупности указывает на нормотонический тип реакции сердечно-сосудистой системы и характеризует реакцию организма на специфическую нагрузку как положительную [8, 10, 12].

Таблица 1

**Изменение параметров центральной гемодинамики (M ± m)**

Показатель	До нагрузки	После нагрузки	Отклонение, %
ЧСС, уд./мин	71±2,21	97±2,61**	36,62
САД, мм рт. ст.	116±2,04	130,7±3,32*	12,67
ДАД, мм рт. ст.	70,8±2,01	64,9±2,30*	-8,33
ПАД, мм рт. ст.	45,3±1,21	64,8±2,21**	43,04
УО, мл	63,2±1,42	77,1±2,22**	21,99
МОК, л/мин	4,52±0,10	7,49±0,32**	65,71
УПС	35,9±2,01	22,3±1,53**	-37,88

Примечание. Достоверность различий: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,001$ .

Нагрузочное тестирование сопровождалось более напряженным режимом работы системы кровообращения, что выражалось в росте пульсового артериального давления (ПАД) на 43,04 % ( $t = 4,16; p < 0,001$ ), УО на 21,99 % ( $t = 3,95; p < 0,001$ ), достоверном увеличении МОК на 65,71 % ( $t = 4,62; p < 0,001$ ). Уменьшение на этом фоне УПС на 37,88 % ( $t = 4,27; p < 0,001$ ) указывает на адекватность изменений гемодинамических параметров в условиях силовой изометрической нагрузки [11, 14].

После статической пробы произошли разнонаправленные сдвиги показателей центральной гемодинамики. Так, возросли систолическое и пульсовое артериальное давление, ударный и минутный объемы кровообращения, частота сердечных сокращений, а диастолическое давление и удельное периферическое

сопротивление уменьшились. Эти изменения можно характеризовать как положительный (оптимизирующий гемодинамику) адаптивный тип реакции сердечно-сосудистой системы на статическую нагрузку, и, следовательно, имеет место соответствие предъявленной нагрузки физиологическим возможностям организма в целом и сердечно-сосудистой системы в частности, то есть адекватность ее физической подготовленности спортсменов.

Математический анализ сердечного ритма позволяет с позиций теории биологического регулирования дать количественно-качественную характеристику состояния регуляторного аппарата кровообращения в условиях, предъявляющих повышенные требования ко всем функциям организма [3, 8, 9]. Расчетными методами определялись мода, амплитуда моды, вариационный размах, индексы напряжения и вегетативного равновесия. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Изменение показателей сердечного ритма (M ± m)**

Исследование	МО	АМО	ИН	ИВР	Δх
До нагрузки	0,85±0,03	33,75±2,01	94,99±1,47	156,85±2,8	0,27±0,03
После нагрузки	0,63±0,02*	37,3±2,62*	130,2±3,9*	158,8±3,2	0,28±0,02
Изменение, %	-25,88	10,51	37,06	1,24	3,7

Примечание. Достоверность различий: \* –  $p < 0,001$ ; \*\* –  $p < 0,05$ .

Величина моды после пробы уменьшилась на 25,88 % ( $t = 4,53; p < 0,001$ ). Согласно теории Р. М. Баевского [3] данный показатель отражает активность гуморального канала регуляции ритма сердца. Полученная динамика говорит о том, что гуморальный канал не успевает включиться в регуляцию ритма, вероятно, вследствие малой продолжительности нагрузки. В то же время высока вероятность того, что имеет место кратковременное ослабление гуморального влияния на ритм сердца, обусловленное существенными перераспределительными реакциями кровотока в организме в условиях статической нагрузки (уменьшение надпочечникового тока крови вследствие натуживания в течение удер-жания веса).

Амплитуда моды достоверно увеличилась на 10,51 % ( $t = 3,1; p < 0,05$ ), что указывает в соответствии с постулатами Р. М. Баевского [3] на возросшую активность симпатического канала регуляции.

Вариационный размах имеет тенденцию к увеличению, что отражает более низкий уровень активности парасимпатического канала регуляции ритма сердца. Это не противоречит основным физиологическим представлениям о физической нагрузке как стрессорном факторе, стимулирующем симпатическую и ингибирующую вагусную активность [1, 4, 6].

Индекс напряжения в ответ на пробу увеличился на

37,06 % ( $t = 4,68$ ;  $p < 0,001$ ), что свидетельствует о возрастании степени напряжения и централизации регуляторных механизмов ритма сердца. Это является нормальной реакцией на силовую изометрическую нагрузку и отражает, на наш взгляд, адекватные физиологические процессы саморегуляции миокарда.

Индекс вегетативного равновесия имеет тенденцию к увеличению, что, как и увеличение амплитуды моды, указывает на преобладание симпатического канала регуляции над парасимпатическим [3].

Таким образом, работа статического характера приводит к сдвигам в регуляторных механизмах, которые заключаются в значительном повышении тонуса симпатического отдела нервной системы и снижении активности парасимпатического, напряжении регуляторных систем в начальном постнагрузочном периоде.

### Выводы

1. Выявленные изменения центральной гемодинамики в ответ на статическую нагрузку (изометрическую работу) характеризовались нормотоническим (оптимизирующим) типом реакции, что указывает на адекватность изменений в функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы.

2. Параметры ритмокардиограммы отражают значительное повышение тонуса симпатического и снижение активности парасимпатического отделов автономной нервной системы, что свидетельствует о стрессующем влиянии изометрической работы на регуляцию сердечного ритма.

### Список литературы

1. Агаджанян Н. А. Применение функциональных проб для оценки адаптации сердечно-сосудистой системы к статической деятельности / Н. А. Агаджанян, К. Г. Адамян // Материалы VIII междунар. симп. «Эколого-физиологические проблемы адаптации». — М., 1998. — С. 2–6.
2. Адамян К. Г. Современные методы функциональных исследований сердечно-сосудистой системы / К. Г. Адамян, Л. С. Оганесян. — Ереван, 1990. — 182 с.
3. Баевский Р. М. Прогнозирование физиологических состояний и реакций как инструмент управления функциями / Р. М. Баевский // Проблемы управления функциями человека и животных. — М., 1973. — С. 150.
4. Белоцерковский З. Б. Сократительная функция миокарда левого желудочка сердца и артериальное давление у спортсменов при изометрической нагрузке / З. Б. Белоцерковский, Б. Г. Любина // Юбилейный сборник трудов ученых РГАФК. — М., 1998. — Т. 4. — С. 180–185.
5. Воробьев А. И. О структуре силовой подготовки / А. И. Воробьев // Пауэрлифтинг Украины. — 1992. — № 1. — С. 7.
6. Голубчиков А. М. Кардионтервалометрия как экспресс-метод определения функционального состояния организма лиц, занимающихся физкультурой и спортом / А. М. Голубчиков. — Сочи, 1987. — 19 с.
7. Коробицын А. А. Методы функциональных исследований в физической культуре и спорте / А. А. Коробицын. — Архангельск, 2001. — 27 с.

8. Карпман В. Л. Сердце и работоспособность спортсмена / В. Л. Карпман, С. В. Хрущев, Ю. А. Борисова. — М.: Физкультура и спорт, 1978. — 120 с.

9. Карпман В. Л. Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. — М.: Физкультура и спорт, 1988. — 104 с.

10. Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов: сборник, посвященный двадцатипятилетию кафедры спортивной медицины им. проф. В. Л. Карпмана / РГАФК. — М., 1994. — 178 с.

11. Перов Г. И. Об оценке сложных форм нарушения сердечного ритма у спортсменов / Г. И. Перов, С. Б. Светличная // Теория и практика физической культуры. — 1986. — № 5. — С. 47.

12. Синяков А. Ф. Реакция на натуживание у тяжелоатлетов по данным измерения артериального давления и частоты сердечных сокращений / А. Ф. Синяков, С. В. Степанова // Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов: сборник, посвященный двадцатипятилетию кафедры спортивной медицины им. проф. В. Л. Карпмана / РГАФК. — М., 1994. — С. 79–82.

13. Fishman E. Z., Embon P., Pines A., Tenenbaum A. et al. // Am. J. Cardiol. — 1997. — Vol. 79(3). — P. 355–359.

14. Haykowsky M. J., Gillis R., Quinney A. et al. // Am. J. Cardiol. — 1993. — Vol. 72. — P. 1045–1054.

15. Heitanen E. Cardiovascular responses to static exercise / E. Heitanen // Scand. J. Work Environ. Health. — 1984. — Vol. 10. — P. 397–402.

### THE EVOLUTION OF FUNCTIONAL STATE OF CARDIOVASCULAR SYSTEM UNDER THE IMPACT OF ISOMETRIC POWER TRAINING IN QUALIFIED SPORTSMEN

T. S. Okulov, M. N. Kondratieva, S. L. Sovershaeva

Northern State Medical University, Arkhangelsk

The purpose of research - to study the reaction of control mechanisms of heart activity, the functional changes in cardiovascular system in reply to static loading at sportsmen who engaged power triathlon. Methods: registration of heart rate, blood pressure and an electrocardiogram before and after static test. The contingent of examination was the sportsmen in the age of 17-18 years, who engaged in section of power triathlon. Were received the results concerning the changes of some parameters in central haemodynamics and an heart rate under the static load.

**Key words:** power training, static loading, isometric exercises, the heart rate, haemodynamics.

### Контактная информация:

Окулов Тимофей Сергеевич — преподаватель кафедры восстановительной медицины и физической культуры Северного государственного медицинского университета  
Адрес: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51, СГМУ

Тел.: (8182) 66-38-26

Статья поступила 09.12.2008 г.