

Сибирский государственный
университет физической культуры и спорта,
г. ОмскОмский государственный
университет им Ф. М. ДостоевскогоОмский государственный
университет путей сообщения

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПАУЭРЛИФТЕРОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Выявлены долговременные адаптационные изменения центрального и периферического кровообращения, а также в системе вегетативной регуляции ритма сердца у пауэрлифтеров. В области позвоночно-основных артерий головного мозга наблюдается повышение тонуса сосудов, затруднение венозного оттока и снижении объемного пульсового кровенаполнения в правом полушарии. Кровообращение нижних конечностей у спортсменов характеризуется повышенным артериальным тонусом, объемным пульсовым кровенаполнением голеней, отмечаются признаки повышенного тонуса вен и венул в левой стопе и низкий тонус средних и мелких артерий голеней и стоп. В покое организм пауэрлифтеров характеризуется оптимальным состоянием систем вегетативной регуляции. На ортостатическую пробу у пауэрлифтеров выявлена гиперсимпатическая реакция.

Ключевые слова: пауэрлифтинг, функциональные особенности, гемодинамика, сердечный ритм.

Актуальность. Под влиянием систематических занятий спортом в организме человека развивается комплекс структурно-функциональных изменений, способствующих повышению адаптации как всего организма, так и отдельных его систем.

Направленность тренировочного процесса накладывает определенный отпечаток на все системы организма спортсмена, но наибольшие изменения происходят в тех системах и органах, которые вносят значительный вклад в достижение спортивного результата, — в этом проявляется специфичность процесса адаптации к физическим нагрузкам. Ф. З. Меерсон [1] подчеркивает, что направленность тренировочного процесса выступает определяющим фактором в организации функционирования аппарата кровообращения — принцип преимущественного структурного обеспечения систем, доминирующих в процессе адаптации.

Тренировка в пауэрлифтинге предъявляет повышенные требования к адаптационным возможностям сердечно-сосудистой системы, что связано с резкими изменениями в ее деятельности при натуживании, являющемся неотъемлемой частью силовых упражнений. В связи с этим **целью исследования** явилось изучение долговременных адаптационных перестроек системы кровообращения и вегетативной регуляции сердечного ритма у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом.

Задачи исследования:

1. Оценить состояние центрального и периферического кровообращения у пауэрлифтеров высокой квалификации.
2. Изучить функциональное состояние вегетативной регуляции сердечного ритма у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом.

Практическая значимость обусловлена недостаточной разработанностью критериев оценки функционального состояния пауэрлифтеров высокой квалификации и особенностями адаптации системы кровообращения к нагрузкам силового характера.

Методы и материалы исследования. Исследование проводилось на базе межкафедральной научно-исследовательской лаборатории «Медико-биологическое обеспечение спорта высших достижений» СибГУФК. В исследовании приняли участие пауэрлифтеры высокой квалификации (КМС, МС, МСМК) в возрасте от 18 до 23 лет. Запись реограммы нижних конечностей («голень — стопа») и головного мозга проводилась с помощью 6-канального реографического комплекса «Рео-Спектр» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново). Регистрация реовазографии (РВГ) проводилась одновременно с двух смежных сегментов конечностей, расположенных симметрично. Исследование кровотока нижних конечностей осуществлялось в состоянии полного физического покоя в положении лежа с одновременной

Показатели состояния церебрального кровотока у пауэрлифтеров высокой квалификации, n=21

Показатели	Фронтально-мастоидальное отведение (внутренние сонные артерии)		Окципито-мастоидальное отведение (позвоночно-основные артерии)	
	FMs	FMd	OMs	OMd
	левое полушарие	правое полушарие	левое полушарие	правое полушарие
Q _x , с	0,14±0,003	0,14±0,003	0,13±0,01	0,13±0,004
РИ, усл. ед.	1,4±0,1	1,4±0,1	0,8±0,2	0,6±0,1
ДИК, %	50,4±3,9	53,2±3,3	51,4±4,2	50,4±4,6
ДИА, %	62,4±5,5	64,2±4,5	70,9±5,5	67,9±5,2
V _{max} , Ом/с	2±0,2	2±0,1	1,1±0,2	0,9±0,1
V _{ср} , Ом/с	1,1±0,1	1,1±0,1	0,6±0,1	0,5±0,05
ПВО, %	18,4±4	20,7±3,4	30,7±6,7	36,8±8,3

параллельной синхронной записью электрокардиограммы. Исследование мозгового кровотока проводилось в бассейне внутренних сонных артерий (фронтально-мастоидальное отведение) и в зоне позвоночно-основных артерий (окципито-мастоидальное отведение) в левом и правом полушарии в покое в положении сидя. Для интерпретации РВГ и РЭГ использованы принципы анализа, разработанные М. А. Ронкиным [2]. Метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) предназначен для исследования и оценки вегетативной регуляции физиологических функций. В состоянии относительного покоя проводилась 5-минутная запись кардиоритмограммы с использованием аппаратно-программного комплекса «Поли-Спектр» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново), позволяющего автоматически обрабатывать данные ВСР на персональном компьютере. При анализе ВСР использовали короткие (5-минутные) записи в соответствии с Международным стандартом.

Статистическая обработка заключалась в сравнении данных по критерию Вилкоксона с мощностью программы Statistica 6.0.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ типов кровообращения у пауэрлифтеров установил следующее соотношение: гиперкинетический тип кровообращения встречается в 40,4 % случаев, гипо- и эукинетический тип кровообращения в 26,3 % и 33,3 % соответственно, что согласуется с данными литературы [3].

Пауэрлифтеры характеризуются средними показателями МОК и СО – 5,7±0,1 л/мин и 78,9±1 мл.

Средняя величина ЧСС в покое у спортсменов составляет 71±2 уд/мин и соответствует норме.

По данным А. А. Кужугет [4, с. 162], у пауэрлифтеров ЧСС несколько больше по сравнению с нетренированными мужчинами. В исследованиях О. В. Калабина [5] достоверных различий в значениях ЧСС между пауэрлифтерами и лицами, не занимающимися спортом, не выявлено. Указанное согласуется с полученными данными и еще раз подтверждает сведения о том, что нагрузки силового характера не приводят к экономичности функционирования сердечно-сосудистой системы. Таким образом, показатели ЧСС у спортсменов-пауэрлифтеров не выходят за пределы нормы, установленной для нетренированных лиц.

Перестройка аппарата кровообращения при долговременной адаптации к нагрузкам различной направленности происходит на уровне как центрального, так и периферического звена сердечно-сосудистой системы [6].

Долговременная адаптация у спортсменов различных видов спорта проявляется в особенностях мозговой гемодинамики [7, 8]. В состоянии относительного покоя мозговое кровообращение пауэрлифтеров характеризуется нормальным тонусом экстракраниальных сосудов головного мозга в бассейне внутренних сонных артерий и повышенным тонусом в бассейне позвоночно-основных артерий, о чем свидетельствует снижение скорости распространения пульсовой волны от сердца (Q_x, с). Значения дикротического индекса (ДИК, %) свидетельствуют о нормальном периферическом сосудистом сопротивлении и тонусе сосудов на уровне прекапилляров в обоих бассейнах головного мозга пауэрлифтеров. В состоянии относительного покоя пауэрлифтеры характеризуются нормальным

Таблица 2

Показатели состояния кровотока нижних конечностей у пауэрлифтеров высокой квалификации, n=21

Показатели	Голень левая	Голень правая	Стопа левая	Стопа правая
Q _x , с	0,24±0,01	0,24±0,01	0,25±0,01	0,26±0,01
РИ, усл. ед.	1,2±0,2	1,2±0,2	1,1±0,1	1,1±0,1
ДИК, %	36±5,8	34,5±3,6	49,5±20,5	41,4±9,3
ДИА, %	42,3±4,3	37,2±3	52,9±16,8	41,7±6
V _{max} , Ом/с	1,3±0,2	1,3±0,2	1,2±0,1	1,3±0,1
V _{ср} , Ом/с	0,7±0,1	0,7±0,1	0,6±0,1	0,7±0,1
ПВО, %	13,8±3,1	11,3±2,4	19,1±12,1	9,9±3
Альфа1/Альфа2, усл. ед.	0,8±0,04	0,9±0,03	0,9±0,1	1±0,1
ИВО_Сим, %	43,6±8,4	39±5	55,5±23,3	43,7±9,3

оттоком крови из артерий в вены и тонусом венозных сосудов головного мозга на уровне посткапилляров, о чем свидетельствуют значения диастолического индекса (ДИА) (табл. 1).

Показатель венозного оттока в бассейне внутренних сонных артерий находится в пределах нормы, а в бассейне позвоночно-основных артерий выше нормы, характеризующий некоторое затруднение венозного оттока из полости черепа (табл. 1). В исследованиях Н. П. Сушиной [9, с. 427] показано явление затруднения венозного оттока в покое в период активных тренировок у 5,5 % тяжелоатлетов в возрасте от 16 до 20 лет и у 17,6 % с 21 до 33 лет. Также в исследованиях автора отмечается, что затруднение венозного оттока в период активного отдыха отмечается только у спортсменов 21–33 лет в 5,8 % случаев.

Необходимо отметить, что значительное нарушение венозного оттока на фоне повышенного тонуса сосудов головного мозга приводит к снижению кровоснабжения головного мозга. Такой характер сдвигов мозгового кровообращения может свидетельствовать о снижении функциональных резервов сердечно-сосудистой системы и нарушении адаптации к тренировочным и соревновательным нагрузкам [10].

Анализ данных показал повышенный тонус сосудов головного мозга в сочетании с нарушением венозного оттока у 14 % спортсменов-пауэрлифтеров. Указанное, по нашему мнению, требует особого внимания для предупреждения патологического состояния и нарушения адаптационных процессов мозгового кровообращения пауэрлифтеров.

Объемное пульсовое кровенаполнение (ПИ) у спортсменов в бассейне внутренних сонных артерий обоих полушарий и в бассейне позвоночно-основных артерий левого полушария находится в пределах физиологической нормы, а правого — ниже нормы, что является свидетельством снижения объемного пульсового кровенаполнения (табл. 1). Установлено, что у 70,5 % тяжелоатлетов в период активных тренировок отмечается нормальное кровенаполнение артериальных сосудов мозга [9, с. 428].

Максимальная скорость быстрого кровенаполнения (V_{max}) в обоих бассейнах правого и левого полушария у пауэрлифтеров высокой квалификации находится в пределах физиологической нормы. Средняя скорость медленного кровенаполнения ($V_{ср}$) в обоих бассейнах правого и левого полушария находится у спортсменов в пределах физиологической нормы (табл. 1).

Пауэрлифтеры высокой квалификации имеют магистральный тип кровотока во всех сегментах нижних конечностей.

Среднее значение времени распространения пульсовой волны (Q_x) от сердца ниже нормы в голенях, что характеризует повышение артериального тонуса пауэрлифтеров, в стопах — в пределах нормы (табл. 2). С ростом спортивной квалификации у пауэрлифтеров уменьшается время распространения пульсовой волны [4, с. 163].

У спортсменов-пауэрлифтеров в стопах отмечается нормальное объемное пульсовое кровенаполнение (ПИ), а в голенях — повышенное (табл. 2). А. А. Кужугет [4, с. 163] отмечает у пауэрлифтеров различной квалификации сниженное объемное кровенаполнение в нижних конечностях.

Периферическое сосудистое сопротивление и сосудистый тонус на уровне прекапилляров (ДИК) в голенях и стопах у пауэрлифтеров находится

в пределах нормы. Пауэрлифтеры характеризуются нормальным оттоком крови из артерий в вены и тонусом венозных сосудов (ДИА, ПВО, ИВО_Сим) голеней и правой стопы, а в левой стопе отмечаются признаки повышенного тонуса вен и венул. Скорость кровенаполнения крупных артерий и их тонус (V_{max}) у пауэрлифтеров в голенях и стопах находится в пределах нормы. Средние и мелкие артерии голеней и стоп у пауэрлифтеров характеризуются более низким тонусом, на это указывают большие значения величин скорости кровотока по артериям среднего и малого калибра ($V_{ср}$). Данный показатель в голенях и стопах выше среднестатистических норм. Значения соотношения времени быстрого и медленного кровенаполнения артерий (Альфа1/Альфа2) как в голенях, так и в стопах соответствуют среднестатистическим нормам, это является показателем отсутствия преобладания тонуса крупных артерий над мелкими и наоборот (табл. 2).

Анализ variability сердечного ритма (BCP) в покое у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, показал, что практически все данные находились в пределах нормы для нетренированных лиц (табл. 3), свидетельствующей о хорошем функциональном состоянии и адаптационных возможностях спортсменов.

Спектральная составляющая BCP (VLF, LF, HF) у пауэрлифтеров свидетельствует об умеренном преобладании высокочастотной составляющей, отражающей моделирующее влияние парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (табл. 3).

При проведении ортостатической пробы происходят сдвиги, характеризующие повышение активности симпатической нервной системы и мобилизацию органов системы кровообращения (уменьшаются значения TP, SDNN, pNN50, RRNN и увеличиваются значения AMo, ИН, LF/HF) (табл. 3). Оценка вегетативной реактивности показала гиперсимпатикотоническую реакцию на ортопробу (ИН2/ИН1 – $3 \pm 0,5$). По-видимому, для проявления максимальной силы в упражнениях пауэрлифтинга необходима активация симпатоадреналовой системы для обеспечения мышечной деятельности. В связи с чем, даже незначительная физическая нагрузка, вызывает выраженные изменения в системе вегетативной регуляции сердечного ритма.

Таблица 3

Показатели анализа variability сердечного ритма у пауэрлифтеров высокой квалификации в покое и при ортостатической пробе, n=28

Показатели	Покой	Ортопроба
ЧСС, уд/мин	71 ± 2'	88 ± 2'
TP, мсI	3742,1 ± 547,4	2520,1 ± 306,7
LF/HF	1,1 ± 0,2*	3,6 ± 0,7*
VLF, %	31 ± 2,4	35,5 ± 3
LF, %	31,1 ± 2,5^	44,3 ± 3,3^
HF, %	38,1 ± 2,8*	20,2 ± 2,1*
RRNN, мс	864,5 ± 22,7'	694,5 ± 17,9'
SDNN, мс	57,1 ± 4,3*	42 ± 3,1°
pNN50, %	29 ± 3,9*	7,1 ± 2,1*
AMo, %	40 ± 2,5°	47,4 ± 2,4°
ИН, усл. ед.	96,5 ± 14,9'	223 ± 34'

Примечание: * — достоверность различий при $p < 0,005$; ^ — достоверность различий при $p < 0,05$; ' — достоверность различий при $p < 0,001$; ° — достоверность различий при $p < 0,01$.

Выводы

1. Среди пауэрлифтеров наиболее часто встречаются спортсмены с гиперкинетическим типом кровообращения. Показатели центральной гемодинамики (МОК, ЧСС, СО) не выходят за пределы нормы для здоровых нетренированных людей.

2. Мозговое кровообращение пауэрлифтеров характеризуется повышенным тонусом в бассейне позвоночно-основных артерий, некоторым затруднением венозного оттока в бассейне позвоночно-основных артерий, сниженным объемным пульсовым кровенаполнением в бассейне позвоночно-основных артерий правого полушария.

3. Пауэрлифтеры высокой квалификации имеют магистральный тип кровотока во всех сегментах нижних конечностей и характеризуются повышенным артериальным тонусом сосудов и объемным пульсовым кровенаполнением голени, наличием признаков повышенного тонуса вен и венул в левой стопе и низким тонусом средних и мелких артерий голени и стоп.

4. В состоянии относительного покоя пауэрлифтеры характеризуются хорошим функциональным состоянием, адаптационными возможностями и преобладанием парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. При проведении ортостатической пробы отмечается гиперсимпатическая реакция, которая вызывает напряжение механизмов регуляции сердечного ритма и уменьшает диапазон адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы.

Библиографический список

1. Меерсон, Ф. З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшенникова. — М. : Медицина, 1988. — 254 с.
2. Ронкин, М. А. Реография в клинической практике / М. А. Ронкин, Л. Б. Иванов. — М. : МБН, 1997. — 403 с.
3. Адаптационные возможности спортсменов с признаками дисплазии соединительной ткани сердца в зависимости от типа кровообращения, уровня физической работоспособности и спортивной специализации / Н. П. Гарганеева [и др.] // Кубанский научный медицинский вестник. — 2009. — № 6 (111). — С. 30–34.
4. Кужугет, А. А. Функциональные особенности внешнего дыхания и кровообращения у спортсменов в зависимости от квалификации / А. А. Кужугет, В. Б. Рубанович, А. М. Михайлов // Психолого-педагогические и медико-биологические проблемы ФКС и Т : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. — Челябинск, 2010. — С. 160–164.

5. Калабин, О. В. Показатели variability сердечного ритма у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, в зависимости от квалификации / О. В. Калабин, А. П. Спицин // Молодежь и медицинская наука в XXI веке : материалы XII Открытой итоговой науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых с междунар. участием. — Красноярск, 2011. — С. 178.

6. Кудря, О. Н. Особенности периферической гемодинамики спортсменов при адаптации к нагрузкам различной направленности / О. Н. Кудря, М. А. Кирьянова, Л. В. Каплевич // Бюллетень сибирской медицины. — 2012. — Т. 11. — № 3. — С. 48–52.

7. Майданюк, Е. В. Адаптация сердечно-сосудистой системы квалифицированных спортсменок в синхронном плавании в течение годового цикла подготовки : автореф. дис. ... канд. наук по физическому воспитанию и спорту / Е. В. Майданюк ; [Национальный университет физического воспитания и спорта Украины]. — Киев, 2003. — 21 с.

8. Эрлих, В. В. Интеграция звеньев нейромоторного обеспечения центральной, региональной и мозговой гемодинамики у юных лыжников-гонщиков 18–20 лет высокой спортивной квалификации в годовом цикле подготовки / В. В. Эрлих, А. П. Исаев, А. А. Кравченко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Образование, здравоохранение, физическая культура. — 2011. — № 20 (237). — С. 49–54.

9. Качественные характеристики мозговой гемодинамики у спортсменов-тяжелотлетов в тренировочный период и период активного отдыха / Н. П. Сусина [и др.] // Медицина для спорта : материалы I Всерос. конгр. — М., 2011. — С. 427–429.

10. Лиходеева, В. А. Особенности церебрального кровотока в типах системной гемодинамики дизадаптированных пловцов / В. А. Лиходеева // Вестник ВолгГМУ. — 2009. — № 1 (29). — С. 59–63.

ЗАМЧИЙ Татьяна Петровна, кандидат биологических наук, преподаватель кафедры анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены Сибирского государственного университета физической культуры и спорта.

СПАТАЕВА Марина Халибиллаевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры физического воспитания Омского государственного университета им. Ф. М. Достоевского.

КУЗИН Максим Валерьевич, преподаватель кафедры физического воспитания Омского государственного университета путей сообщения. Адрес для переписки: tanyazama@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 22.05.2014 г.

© Т. П. Замчий, М. Х. Спатаева, М. В. Кузин

Книжная полка

ББК 75.6/М89

Мудриевская, Е. В. Особенности методики гимнастики с элементами йоги : монография / Е. В. Мудриевская ; ОмГТУ. — Омск : ОмГТУ, 2014. — 146 с. — ISBN 978-5-8149-1716-4.

Монография посвящена проблеме поиска новых оздоровительных средств и их адаптации к условиям образовательной среды высшей школы. Представлено теоретическое и экспериментальное обоснование целесообразности использования в физическом воспитании студентов гимнастических средств йоги, направленных на повышение функциональных возможностей, совершенствование двигательных способностей и улучшение состояния психических процессов студентов. Адресована специалистам в области теории и методики физического воспитания.