

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.3.25

УДК: 612.146.4

Особенности восстановления насосной функции сердца спортсменов с ограниченными возможностями здоровья после физической нагрузки

Л.И. Вахитов, Т.Л. Зефирова, И.Х. Вахитов

*ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет,
Министерство науки и высшего образования РФ, г. Казань, Россия*

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить реакцию частоты сердечных сокращений и ударного объема крови спортсменов-инвалидов на выполнение стандартизированной мышечной нагрузки и особенности их восстановления после завершения нагрузки. **Материалы и методы:** спортсмены условно разделены на две группы. Первая группа – баскетболисты-колясочники с ампутированными нижними конечностями. Вторая группа – баскетболисты-колясочники с атрофией нижних конечностей. Сравнительный анализ показателей частоты сердечных сокращений и ударного объема крови осуществлен в покое, при выполнении мышечной нагрузки и после ее завершения. **Результаты:** у спортсменов-инвалидов с дефектами нижних конечностей при выполнении мышечной нагрузки показатели ЧСС возрастают по сравнению с исходными данными примерно в два раза. В последующем, значения ЧСС существенно снижаются. Однако темпы восстановления ЧСС в течение семи минут отдыха не равномерны. Так, наиболее значительное снижение частоты сердечных сокращений наблюдалось на второй и третьей минутах отдыха, где ЧСС снижалась на 17,9 и 20,1 уд/мин, соответственно ($P < 0,05$). На последующих минутах отдыха темпы восстановления ЧСС были существенно ниже. Снижение ЧСС до уровня исходных значений произошло на седьмой минуте отдыха. Таким образом, в течение семи минут отдыха после завершения 3 минутной мышечной нагрузки показатели ЧСС у баскетболистов с ампутированными нижними конечностями ЧСС восстановиться до исходных значений. Следует отметить, что у баскетболистов с ампутированными нижними конечностями показатели ЧСС в покое по нашим данным достоверно выше, чем у баскетболистов с атрофией нижних конечностей. Важно подчеркнуть, что спортсмены с ампутированными нижними конечностями при выполнении мышечной нагрузки в виде челночного ускорения по периметру площадки отреагировали увеличением ЧСС до 155,4 уд/мин, то спортсмены с атрофией нижних конечностей на такую же нагрузку реагировали увеличением ЧСС до 171,5 уд/мин. Разница составила 16,1 уд/мин ($P < 0,05$). Более того, если у баскетболистов с ампутированными нижними конечностями восстановление частота сердечных сокращений примерно до уровня исходных величин происходило на седьмой минуте отдыха, то у спортсменов с атрофией нижних конечностей снижение до исходного уровня регистрировалось лишь на 8 минуте восстановительного процесса. **Выводы:** выявлено, что у баскетболистов с ампутированными нижними конечностями показатели ЧСС выше, а значения УОК достоверно ниже, чем у баскетболистов с атрофией нижних конечностей. Установлено, что баскетболисты с ампутированными нижними конечностями на мышечную нагрузку реагируют большими изменениями УОК, чем спортсмены с атрофированными нижними конечностями. Выявлено, что баскетболистов ампутированными нижними конечностями восстановление ЧСС и УОК примерно до уровня исходных значений после завершения мышечной нагрузки происходит значительно быстрее, чем у баскетболистов с атрофией нижних конечностей.

Ключевые слова: баскетболисты-колясочники, мышечные нагрузки, частота сердечных сокращений, ударный объем крови, восстановительный период, насосная функция сердца

Для цитирования: Вахитов Л.И., Зефирова Т.Л., Вахитов И.Х. Особенности восстановления насосной функции сердца спортсменов с ограниченными возможностями здоровья после физической нагрузки // Спортивная медицина: наука и практика. 2019. Т.9, №3. С. 25-31. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.3.25.

Features of the recovery of the pumping function of the heart of athletes with disabilities after exercise

Linar I. Vakhitov, Timur L. Zefirov, Ildar Kh. Vakhitov

Kazan Federal University, Kazan, Russia

ABSTRACT

Objective: to study the reaction of heart rate and stroke volume of blood of athletes with disabilities to the implementation of standardized muscle load and the features of their recovery after completion of the load. **Materials and methods:** athletes are conditionally divided into two groups. The first group consists of wheelchair basketball players with amputated lower extremities. The second group consists of wheelchair basketball players with atrophy of the lower extremities. A comparative analysis of heart rate and stroke volume was carried out at rest, during muscle load and after its completion. **Results:** in athletes with disabilities with defects of the lower extremities, when performing a muscular load, heart rate increases by about two times compared with the initial parameters. Subsequently, heart rate values are significantly reduced. However, the rate of heart rate recovery

within seven minutes of rest is not uniform. So, the most significant decrease in heart rate was observed in the second and third minutes of rest, where heart rate decreased by 17.9 and 20.1 beats/min, respectively ($P < 0.05$). In the following minutes of rest, the heart rate recovery was significantly lower. The decrease in heart rate to the level of the initial values occurred at the seventh minute of rest. Thus, within seven minutes of rest after the completion of a 3-minute muscle load, heart rate indicators for basketball players with amputated lower limbs heart rate will return to their original values. It should be noted that basketball players with amputated lower extremities have a significantly higher heart rate at rest, according to our data, than basketball players with lower limb atrophy. It is important to emphasize that athletes with amputated lower extremities, when performing a muscle load in the form of shuttle acceleration along the perimeter of the site, responded by increasing heart rate to 155.4 beats/min, while athletes with atrophy of the lower extremities responded to the same load by increasing heart rate to 171.5 beats/min. The difference was 16.1 beats/min ($P < 0.05$). Moreover, while basketball players with amputated lower extremities restored their heart rate to about the level of the initial values at the seventh minute of rest, in athletes with atrophy of the lower extremities, a reduction to the initial level was registered only at the 8th minute of the recovery process. **Conclusions:** it was found that basketball players with amputated lower extremities have higher heart rates, and the SVR values are significantly lower than basketball players with lower limb atrophy. It has been established that basketball players with amputated lower extremities respond to muscle load with greater changes in CRI than athletes with atrophied lower extremities. It was revealed that basketball players with amputated lower extremities restore heart rate and CRI to approximately the initial values after the completion of muscle load occurs much faster than basketball players with atrophy of the lower extremities.

Key words: wheelchair basketball players, muscle loads, heart rate, stroke volume of blood, recovery period, pumping function of the heart

For citation: Vakhitov LI, Zefirov TL, Vakhitov IKh. Features of the recovery of the pumping function of the heart of athletes with disabilities after exercise. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2019;9(3):25-31. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.3.25.

1.1 Введение

В работах российских и иностранных специалистов освещается, что наиболее действенным способом восстановления маломобильных групп населения является применение физической культуры и спорта на ранних этапах реабилитации [1-7]. Однако особенности влияния систематических мышечных нагрузок на организм спортсменов с ограниченными возможностями здоровья полностью не разъяснены.

Постоянно возрастающие нормы к уровню физической подготовленности спортсменов-инвалидов на наш взгляд требуют учета, как индивидуальных особенностей спортсмена, так и особенностей посттравматических изменений. Под влиянием спортивных тренировок у лиц с ограниченными возможностями здоровья происходит формирование механизмов адаптации и компенсации различных систем организма к врожденным или приобретенным дефектам. При этом механизмы срочной и долговременной адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов-инвалидов к систематическим мышечным нагрузкам остаются недостаточно изученными.

Лица с различными травмами и заболеваниями опорно-двигательного аппарата имеют отличающиеся морфофункциональные и психофизиологические показатели, которые недостаточно исследованы. Значительный интерес у исследователей вызывает изучение закономерностей изменения насосной функции сердца при систематических мышечных тренировках [8-12].

Для более полного и корректного представления о функциональных возможностях сердечно-сосудистой системы, целесообразно проводить исследования деятельности сердца непосредственно во время выполнения физических упражнений. В тоже время изменения показателей насосной функции сердца в восстановительном процессе особенно сразу после прекращения физической нагрузки свидетельствуют о серьезных функциональных изменениях в сердечно-сосудистой

системе [13-15]. Особенно следует отметить, что работ, посвященных изучению тренировочного процесса баскетболистов с ограниченными возможностями здоровья, встречаются крайне редко. В литературных источниках немногочисленны работы, посвященные изучению функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы инвалидов, занимающихся баскетболом на колясках при систематических занятиях физическими упражнениями. В связи с этим, мы исследовали реакцию показателей ударного объема крови и частоту сердечных сокращений спортсменов с ограниченными возможностями здоровья в зависимости от степени поражения опорно-двигательного аппарата при выполнении мышечной нагрузки и особенности их восстановления после завершения нагрузки.

Цель исследования – изучение особенностей изменений насосной функции сердца у спортсменов-инвалидов в зависимости от степени поражения нижних конечностей.

Задачи исследования:

1. Изучить реакцию частоты сердечных сокращений и ударного объема крови спортсменов с ограниченными возможностями здоровья с ампутацией и атрофией нижних конечностей при выполнении физической нагрузки.

2. Проанализировать особенности восстановления ЧСС и УОК спортсменов-инвалидов с ампутацией и атрофией нижних конечностей после завершения физической нагрузки.

1.2 Материалы и методы

Исследования проводились среди игроков баскетбола на колясках команды «Крылья Барса». Общее количество обследованных спортсменов составило 20 человек. Спортсмены условно были разделены нами на две группы. В первую группу вошли спортсмены с ампутированными одной или обеими нижними конечностями (9 человек). Вторую группу составили 11 человек с травмами различных отделов позвоночника и как след-

ствии атрофией нижних конечностей. Изучение показателей насосной функции сердца (НФС) проводилось в два этапа. На первом этапе исследовались показатели НФС спортсменов-инвалидов в покое. На втором этапе спортсмены с ограниченными возможностями здоровья выполняли физическую нагрузку, а именно челночное ускорение в течение 3 минут по периметру баскетбольной площадки, после чего нами анализировались особенности восстановления показателей насосной функции сердца в течение нескольких минут.

Для оценки достоверности различий использовали стандартные значения t - критерия Стьюдента.

Методика регистрации реограммы

Среди реографических методов определения ударного объема крови наибольшее распространение получил метод тетраполярной грудной реографии по Кубичеку [16] в различных модификациях. Неинвазивный характер метода, его простота и доступность для практического применения делают его одним из наиболее перспективных методов определения частоты сердечных сокращений.

Электроды накладываются согласно схеме; 2 токовых электрода: первый – на голову в области лба, второй – на голень выше голеностопного сустава, 2 измерительных электрода: первый – в области шеи на уровне 7-го шейного позвонка, второй – в области грудной клетки на уровне мечевидного отростка.

В комплексе «Реодин-500» в качестве базовой медицинской методики использована грудная тетраполярная реография. Основными достоинствами метода являются высокая информативность, полная безопасность для пациента, возможность непрерывного длительного контроля и т.д. Реоприставка для компьютерного анализа РПКА 2-01 ТУ 9442-002-00271802-95 предназначен для работы в составе аппаратно-программных комплексов медицинского назначения.

1.3 Результаты и их обсуждение

Частота сердечных сокращений (ЧСС) у баскетболистов-колясочников с дефектами нижних конечностей в покое составляла $84,5 \pm 1,8$ уд/мин. По окончании физической нагрузки в виде ускорения по периметру баскетбольной площадки в течение 3 минут показатели ЧСС составили $155,4 \pm 2,1$ уд/мин. Данный показатель увеличился на $70,9$ уд/мин по сравнению с показателями ЧСС зарегистрированными до выполнения мышечной нагрузки ($P < 0,05$). На последующих минутах отдыха частота сердцебиений у данной группы спортсменов постепенно снижалась. На второй минуте отдыха ЧСС у данной группы спортсменов снизилась по сравнению с предыдущим периодом на $17,9$ уд/мин и составила $137,5 \pm 1,8$ уд/мин ($P < 0,05$). К третьей минуте восстановительного процесса ЧСС составила $117,4 \pm 1,7$ уд/мин. Данная величина на $20,1$ уд/мин оказалась меньше по сравнению с показателями ЧСС зарегистрированными на второй минуте восстановительного процесса

($P < 0,05$). На четвертой минуте восстановительного процесса показатели ЧСС у данных спортсменов несколько увеличились по сравнению с предыдущим периодом и составили $121,9 \pm 1,8$ уд/мин, что на $4,5$ уд/мин оказалась больше по сравнению с показателями ЧСС зарегистрированными на третьей минуте отдыха ($P < 0,05$). К пятой минуте восстановительного процесса показатели ЧСС у спортсменов с ампутированными нижними конечностями ЧСС снизились по сравнению с предыдущим периодом на $14,4$ уд/мин и составили $107,5 \pm 1,9$ уд/мин ($P < 0,05$). На шестой минуте восстановления показатели ЧСС у данных спортсменов снизилась до $97,8 \pm 1,7$ уд/мин, что на $9,7$ уд/мин оказалось меньше, по сравнению с предыдущими значениями ($P < 0,05$). К седьмой минуте отдыха у баскетболистов с ампутациями нижних конечностей произошло снижение ЧСС примерно до уровня исходных величин, и составила $89,5 \pm 2,1$ уд/мин. Таким образом, на седьмой минуте восстановительного процесса показатели ЧСС у баскетболистов-колясочников с ампутациями нижних конечностей ЧСС установилась примерно на уровне исходных величин в покое, т.е. произошло восстановление частоты сердечных сокращений.

Обобщая выше изложенное, важно отметить, что у спортсменов-инвалидов с дефектами нижних конечностей при выполнении мышечной нагрузки показатели ЧСС возрастают по сравнению с исходными данными примерно в два раза. В последующем, значения ЧСС существенно снижаются. Однако темпы восстановления ЧСС в течение семи минут отдыха не равномерны. Так, наиболее значительное снижение частоты сердечных сокращений наблюдалось на второй и третьей минутах отдыха, где ЧСС снижалась на $17,9$ и $20,1$ уд/мин, соответственно ($P < 0,05$). На последующих минутах отдыха темпы восстановления ЧСС были существенно ниже. Снижение ЧСС до уровня исходных значений произошло на седьмой минуте отдыха. Таким образом, в течение семи минут отдыха после завершения 3 минутной мышечной нагрузки показатели ЧСС у баскетболистов с ампутированными нижними конечностями ЧСС восстановиться до исходных значений.

Частота сердечных сокращений у спортсменов с ограниченными возможностями здоровья с травмой позвоночника и атрофией нижних конечностей ЧСС в покое составляла $75,7 \pm 2,1$ уд/мин. По завершению физической нагрузки в виде ускорения по периметру баскетбольной площадки в течение 3 минут показатели частоты сердечных сокращений составили $171,5 \pm 2,0$ уд/мин. Данная величина на $95,8$ уд/мин оказалась больше показателей ЧСС зарегистрированных в покое ($P < 0,05$). На последующих минутах восстановительного процесса частота сердцебиений постепенно снижалась. На второй минуте отдыха ЧСС снизилась на $23,6$ уд/мин и составила $147,9 \pm 1,8$ уд/мин ($P < 0,05$). К третьей минуте отдыха частота сердечных сокращений составила $131,7 \pm 1,9$ уд/мин, что на $16,2$ уд/мин оказалось меньше по сравнению с показателями ЧСС зарегистрированными на второй мину-

Таблица 1

Изменения ЧСС у баскетболистов-колясочников после выполнения мышечной нагрузки

Table 1

Heart rate changes in wheelchair basketball players after doing muscle load

Группа исследованных спортсменов/ Group of athletes examined	Исходная ЧСС/Initial heart rate	Время восстановления после нагрузки/Recovery time after exercise							
		1 мин/ min	2 мин/ min	3 мин/ min	4 мин/ min	5 мин/ min	6 мин/ min	7 мин/ min	8 мин/ min
Спортсмены с ампутацией нижних конечностей/athletes with amputated lower extremities	84,5±1,8	155, 4±2,1*	137,5±1,8*	117,4±1,7*	121,9±1,8	107,5±1,9*	97,8±1,7*	89,5±2,1	85,1±1,7
Спортсмены с атрофией нижних конечностей/athletes with lower limb atrophy	75,7±2,1	171,5±2,0*	147,9±1,8*	131,7±1,9*	116,5±1,7*	128,9±1,8	111,5±2,0*	91,7±1,6*	84,9±1,7

* – разница достоверна по сравнению с предыдущим значением (P<0,05)

* – the difference is significant compared to the previous value (P<0.05)

те восстановительного процесса (P<0,05). На четвертой минуте восстановительного процесса показатели ЧСС снизились до 116,5±1,7 уд/мин. На последующих трех минутах восстановительного процесса частота сердечных сокращений данных спортсменов снижалась равномерно на 10-12 уд/мин (P<0,05). Восстановление значений ЧСС примерно до исходного уровня мы наблюдали на 8 минуте отдыха.

Следовательно, у баскетболистов-колясочников с атрофией нижних конечностей лишь к восьмой минуте отдыха показатели ЧСС восстановились до уровня исходных значений и составили 84,9±1,7 уд/мин.

Обобщая вышеизложенное следует отметить, что у баскетболистов с ампутированными нижними конечностями показатели ЧСС в покое по нашим данным достоверно выше, чем у баскетболистов с атрофией нижних конечностей. Важно подчеркнуть, что спортсмены с ампутированными нижними конечностями при выполнении мышечной нагрузки в виде челночного ускорения по периметру площадки отреагировали увеличением ЧСС до 155,4 уд/мин, то спортсмены с атрофией нижних конечностей на такую же нагрузку реагировали увеличением ЧСС до 171,5 уд/мин. Разница составила 16,1 уд/мин (P<0,05). Более того, если у баскетболистов с ампутированными нижними конечностями восстановление частота сердечных сокращений примерно до уровня исходных величин происходило на седьмой минуте отдыха, то у спортсменов с атрофией нижних конечностей снижение до исходного уровня регистрировалось лишь на 8 минуте восстановительного процесса.

Следовательно, можно утверждать, что у баскетболистов-колясочников реакция ЧСС и время восстанов-

ления после завершения мышечной нагрузки зависит от характера поражения опорно-двигательного аппарата.

Ударный объем крови у спортсменов с ограниченными возможностями здоровья с ампутированными нижними конечностями в покое составляла 45,7±1,9 мл. По завершению мышечной нагрузки в виде ускорения по периметру баскетбольной площадки в течение 3 минут показатели УОК составили 85,4±1,7 уд/мин. Данные показатели увеличились на 39,7 мл по сравнению с показателями УОК зарегистрированными до выполнения мышечной нагрузки (P<0,05). На последующих минутах отдыха систолическое значение у данной группы спортсменов постепенно снижалась. На второй минуте отдыха УОК у данной группы спортсменов снизилась по сравнению с предыдущим периодом на 7,9 мл и составила 77,5±1,5 мл. Хотя эта величина и не достигает достоверных значений, все же сохраняется устойчивая тенденция к снижению ударного объема крови. К третьей минуте восстановительного процесса УОК составил 64,9±1,7 мл, на 12,6 мл оказалось меньше по сравнению с показателями УОК зарегистрированными на второй минуте восстановительного процесса (P<0,05). На четвертой минуте восстановительного процесса тенденция к снижению УОК сохранялась, и у баскетболистов-колясочников с ампутированными конечностями систолический объем крови снизился до 57,4 мл. На пятой минуте восстановительного процесса у данной группы спортсменов с ограниченными возможностями здоровья произошло снижение ударного объема крови примерно до уровня исходных величин, и составило 47,5±2,1 мл. Таким образом, к пятой минуте восстановительного процесса показатели УОК у баскетболистов-колясочни-

Таблица 2

Изменения УОК у баскетболистов-колясочников после выполнения мышечной нагрузки

Table 2

Changes in SVB in wheelchair basketball players after doing muscle load

Группа исследованных спортсменов/ Group of athletes examined	Исходный УОК/Initial stroke volume of blood	Время восстановления после нагрузки/Recovery time after exercise							
		1 мин/ min	2 мин/ min	3 мин/ min	4 мин/ min	5 мин/ min	6 мин/ min	7 мин/ min	8 мин/ min
Спортсмены с ампутацией нижних конечностей/ athletes with amputated lower extremities	45,7±1,9	85,4±1,7	77,5±1,5	64,9±1,7	57,4±1,4	47,5±2,1	45,9±1,9	47,5±1,5	46,5±1,8
Спортсмены с атрофией нижних конечностей/ athletes with lower limb atrophy	57,5±2,1	78,4±1,6	81,4±1,7	74,5±1,9	69,5±1,5	70,4±1,9	67,5±2,0	63,7±1,7	58,5±2,0

* – разница достоверна по сравнению с предыдущим значением (P<0,05)

* – the difference is significant compared to the previous value (P<0.05)

ков с ампутациями нижних конечностей установился примерно на уровне исходных величин, т.е. произошло полное восстановление ударного объема крови. На последующих минутах восстановительного процесса, т.е. на шестой, седьмой и восьмой минутах отдыха значения УОК у данных спортсменов существенных изменений не претерпел, сохраняясь примерно на уровне 45-46 мл.

Ударный объем крови у баскетболистов-колясочников с травмой позвоночника и атрофией нижних конечностей в покое составлял 57,5±2,1 мл. По завершению физической нагрузки в виде ускорения по периметру баскетбольной площадки в течение 3 минут показатели УОК составили 78,4±1,6 мл, что на 20,9 мл оказалась больше по сравнению с показателями УОК зарегистрированными до выполнения мышечной нагрузки (P<0,05). На последующих минутах восстановительного периода ударный объем крови у спортсменов данной группы постепенно снижался. На второй минуте отдыха УОК составил 81,4±1,7 мл. К третьей минуте восстановительного процесса УОК составила 74,5±1,9 мл. На четвертой, пятой, шестой и седьмой минутах отдыха ударный объем у данных спортсменов крови имел устойчивую и равномерную тенденцию к снижению, постепенно снижался на каждой минуте в среднем на 7-9 мл. Восстановление значений УОК примерно до исходного уровня мы наблюдали на 8 минуте отдыха. Следовательно, у баскетболистов с атрофией нижних конечностей лишь к восьмой минуте отдыха показатели ЧСС восстановились до уровня исходных значений и составили 58,5±2,0 мл.

Обобщая вышеизложенное важно отметить, что у спортсменов-инвалидов с ампутированными нижними конечностями показатели ударного объема крови в покое по нашим данным достоверно ниже, чем у баскетболистов с атрофией нижних конечностей. Далее следу-

ет подчеркнуть, что спортсмены с дефектами нижних конечностей при выполнении физической нагрузки в виде челночного ускорения по периметру площадки отреагировали увеличением УОК до 85,4±2,0 мл, тогда как спортсмены с травмой позвоночника на данную нагрузку реагировали увеличением УОК лишь до 78,4±1,6мл. Разница составила 7,0 мл (P<0,05). Более того, если у баскетболистов с ампутированными нижними конечностями восстановление УОК примерно до уровня исходных величин произошло на пятой минуте отдыха, то у спортсменов с атрофией нижних конечностей это наблюдалось, лишь на восьмой минуте восстановительного процесса.

Следовательно, можно утверждать, что у баскетболистов-колясочников реакция УОК и время восстановления после завершения мышечной нагрузки зависит от характера травм спортсменов. По нашим данным, у спортсменов с ампутациями нижних конечностей оказались наилучшие результаты, по сравнению со спортсменами с атрофией нижних конечностей.

1.4 Выводы

Систематические мышечные тренировки предъявляют значительные требования к организму спортсменов с ограниченными возможностями здоровья [2-4]. При этом работы, посвященные изучению функциональных возможностей организма инвалидов, встречаются довольно редко. Более того, в доступной литературе немногочисленны работы, посвященные изучению сердечно-сосудистой системы инвалидов, систематически занимающихся мышечными тренировками. Для более полного и детального представления о функциональных возможностях сердечно-сосудистой системы, целесообразно проводить исследования деятельности сердца непосредственно во время выполнения физических на-

грузок [2, 6, 13-15]. Более того, изменения показателей частоты сердечных сокращений в восстановительном процессе, особенно после прекращения мышечной деятельности свидетельствуют о важнейших регуляторных перестройках в организме. В связи с этим, нами была исследована реакция насосной функции сердца баскетболистов-колясочников на выполнение мышечной нагрузки в виде челночного ускорения в течение 3 минут по периметру баскетбольной площадки.

Как показали наши исследования, у спортсменов с ограниченными возможностями здоровья с различными травмами при выполнении физической нагрузки и в процессе восстановления были выявлены следующие особенности:

– у баскетболистов-колясочников с ампутированными нижними конечностями показатели УОК в покое оказались достоверно ниже, а ЧСС выше, чем у баскетболистов с атрофией нижних конечностей;

– спортсмены-инвалиды с ампутированными нижними конечностями на мышечную нагрузку реагируют большей реакцией УОК, чем спортсмены с атрофированными нижними конечностями.

– у баскетболистов с ампутированными нижними конечностями восстановление ЧСС и УОК примерно до уровня исходных значений после завершения мышечной нагрузки произошло значительно раньше, чем у баскетболистов с атрофией нижних конечностей.

Таким образом, обобщая вышеизложенное можно отметить, что у баскетболистов-колясочников реакция насосной функции сердца и время восстановления после завершения мышечной нагрузки зависит от характера заболеваний опорно-двигательного аппарата. Наибольшей реакцией УОК на мышечную нагрузку и наиболее быстрым восстановлением ударного объема крови характеризуются спортсмены-инвалиды с ампутированными нижними конечностями. У баскетболистов-колясочников с атрофией нижних конечностей эти

результаты были несколько ниже. Следовательно, при планировании и проведении самих тренировочных занятий необходимо учитывать эти физиологические особенности и вносить определенные коррективы в процесс спортивной подготовки баскетболистов-колясочников.

На наш взгляд, у спортсменов с ампутациями нижних конечностей происходит существенная перестройка центральной гемодинамики. В первую очередь это касается объемных величин системного кровотока. Степень уменьшения ударного объема крови, по мнению ученых, находится в прямой зависимости от уровня ампутации. Снижение объема циркулирующей крови колеблется от 7,0% у инвалидов после ампутации на уровне голени до 19,3% у инвалидов, перенесших ампутацию обеих нижних конечностей на уровне бедер или бедра и голени. Вероятно, происходит закономерное уменьшение объемных величин, снижается сократимость миокарда, и кровообращение стабилизируется на новом физиологическом уровне, адекватном энергетическим потребностям организма, что подтверждается нормальными значениями относительных показателей и отсутствием каких-либо признаков недостаточности кровообращения.

1. У баскетболистов-колясочников с ампутированными нижними конечностями показатели УОК в покое достоверно ниже, а ЧСС выше, чем у баскетболистов с атрофией нижних конечностей.

2. Спортсменов-инвалидов с ампутированными нижними конечностями на мышечную нагрузку реагируют большей реакцией УОК, чем спортсмены с атрофированными нижними конечностями.

3. У баскетболистов-колясочников с ампутированными нижними конечностями восстановление ЧСС и УОК примерно до уровня исходных значений после завершения мышечной нагрузки происходит значительно раньше, чем у баскетболистов с атрофией нижних конечностей.

Список литературы

1. Брюховецкий А.С. Травма спинного мозга: клеточные технологии в лечении и реабилитации. М.: Практическая медицина, 2010. 341 с.
2. Болотов Д.Д., Русакевич А.П., Стариков С.М. Оценка толерантности к физической нагрузке у пациентов с ампутированными дефектами нижних конечностей // Вестник Восстановительной медицины. 2019. №2. С. 29-34.
3. Сахарова О.В. Комплексное лечение с использованием адаптивных видов спорта в реабилитации пациентов с позвоночно-спинномозговыми травмами: Автореф. канд. дисс. Пермь, 2005. С. 23.
4. Терновой К.С., Романчук А.П., Сорокин М.Ю., Панкова Н.Б. Особенности работы кардиореспираторной системы и автономной регуляции у параспортсменов со спинальной травмой // Физиология человека. 2012. Т.38, №4. С. 83-8.
5. Bombardier CH, Richards JS, Krause JS. Symptoms of major depression in people with spinal cord injury: Implications

References

1. Bryukhovetsky AS. Travma spinnogo mozga: kletochnye tekhnologii v lechenii i reabilitatsii. Prakticheskaya meditsina (Practical medicine), 2010. 341 p. Russian.
2. Bolotov DD, Rusakevich AP, Starikov SM. Otsenka tolerantnosti k fizicheskoy nagruzke u patsientov s amputatsionnymi defektami nizhnikh konechnostey. Vestnik vosstanovitelnoy meditsiny (Journal of restorative medicine and rehabilitation). 2019; (2):29-34. Russian.
3. Sakharova OV. Kompleksnoe lechenie s ispolzovaniem adaptivnykh vidov sporta v reabilitatsii patsientov s pozvonочно-spinnomozgovymi travmami. Avtoref. kand. diss. Perm, 2005:23. Russian.
4. Ternovoy KS, Romanchuk AP, Sorokin MY, Pankova NB. Features of the cardiorespiratory system and autonomic regulation in parasportsmen with spinal injury. Physiologiya cheloveka. 2012; 38(4):83-8. Russian.
5. Bombardier CH. Symptoms of major depression in people with spinal cord injury: implications for screening. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2004;85:1749-56.

for screening // Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2004. Vol.85, №11. P. 1749-56.

6. **Chung MC.** Musculoskeletal injuries in elite able-bodied and wheelchair foil fencers – a pilot study // Clin J Sport Med. 2012. №22. P. 278-80.

7. **Gioia M.** Psychological impact of sports activity in spinal cord injury patients // Scand J Med Sci Sports. 2006. №16. P. 412.

8. **Вахитов И.Х.** Изменения ударного объема крови юных спортсменов в восстановительном периоде после выполнения Гарвардского степ-теста // Теория и практика физической культуры. 1999. №8. С. 30-2.

9. **Верич Г., Луковская О., Вдовиченко Ю., Коваленко О.** Особенности гемодинамики у инвалидов – спортсменов с поражением опорно-двигательного аппарата // Наука в олимпийском спорте. 2002. №2. С. 53-6.

10. **Кобзев Ю.А., Храмов В.В.** Некоторые особенности реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку у инвалидов-ампутантов, занимающихся спортом // Теория и практика физической культуры. 2002. №7. С. 13-6.

11. **Malec J, Neimeyer R.** Psychologic prediction of duration of inpatient spinal cord injury rehabilitation and performance of self-care // Arch Phys Med Rehabil. 1983. №64. P. 359-63.

12. **Kalpakjian CZ.** Measuring depression in persons with spinal cord injury: a systematic review // J Spinal Cord Med. 2009. №32. P. 6-24.

13. **Vakhitov IH, Izosimova AV, Zefirov TL.** Catecholamine Excretion in Individuals Engaged in Extreme Sports // INDO American Journal of Pharmaceutical sciences. 2017. №4. P. 3040-3.

14. **Vakhitov IKh, Zefirov TL, Vakhitov BI.** Changes of blood shock volume among the children with hypokinesia // Drug Invention Today. 2018. Vol.10, №3. P. 3197-9.

15. **Vakhitov IKh, Vakhitov BI, Volkov AH, Chinkin SS.** Peculiarities of heartbeat rate and stroke volume of blood negative phase manifestation among young sportsmen after muscular load // Journal of Pharmacy Research. 2017. Vol.11. P. 1198-1200.

16. **Kubicek WG, Kamegis JW, Patterson RP, Witsoe DA, Mattson RH.** Development and evaluation of an impedance cardiac output system // Aerospace Med. 1967. Vol.37. P. 1208-12.

6. **Chung MC.** The relationship between post traumatic stress disorder following spinal cord injury and locus of control. J Affective Dis. 2006;93:229-32.

7. **Gioia M.** Psychological impact of sports activity in spinal cord injury patients. Scand J Med Sci Sports. 2006;16(6):412.

8. **Vakhitov IKh.** Changes in stroke volume of blood of young athletes in the recovery period after performing the Harvard step test. Teoriya i praktika fizicheskoy kultury (Theory and practice of physical culture). 1999;8:30-2. Russian.

9. **Verich G, Lukovskaya O, Vdovichenko Yu, Kovalenko O.** Features of hemodynamics in people with disabilities – athletes with damage to the musculoskeletal system. Nauka v olimpiyskom sporte. 2002;2:53-6. Russian.

10. **Kobzev YuA, Khramov VV.** Some features of the reaction of the cardiovascular system to physical activity in disabled amputees involved in sports. Teoriya i praktika fizicheskoy kultury (Theory and practice of physical culture). 2002;7:13-6. Russian.

11. **Malec J, Neimeyer R.** Psychological prediction of duration of inpatient spinal cord injury rehabilitation and performance of self-care. Arch Phys Med Rehabil. 1983;(64):359-63.

12. **Kalpakjian CZ.** Measuring depression in persons with spinal cord injury: a systematic review. J Spinal Cord Med. 2009;(32):6-24.

13. **Vakhitov IH, Zefirov TL, Izosimova AV.** Catecholamine Excretion in Individuals Engaged in Extreme Sports. INDO American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2017;(4):3040-3.

14. **Vakhitov IKh, Vakhitov BI, Zefirov TL.** Changes of blood shock volume among the children with hypokinesia. Drug Invention Today. 2018;10(3):3197-9.

15. **Vakhitov IKh, Vakhitov BI, Volkov AH, Chinkin SS.** Peculiarities of heartbeat rate and stroke volume of blood negative phase manifestation among young sportsmen after muscular load. Journal of Pharmacy Research. 2017;11:1198-1200.

16. **Kubicek WG, Kamegis JW, Patterson RP, Witsoe DA, Mattson RH.** Development and evaluation of an impedance cardiac output system. Aerospace Med. 1967;37:1208-12.

Информация об авторах:

Вахитов Линар Илдарович, аспирант кафедры охраны здоровья человека института фундаментальной медицины и биологии ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет Минобрнауки России. ORCID ID: 0000-0001-7843-5694 (+7 (951) 06-56-085, linar_1993@bk.ru)

Зефирова Тимур Львович, заведующий кафедрой охраны здоровья человека института фундаментальной медицины и биологии ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет Минобрнауки России, проф., д.м.н. ORCID ID: 0000-0002-5091-7672

Вахитов Илдар Хатыбович, профессор кафедры охраны здоровья человека института фундаментальной медицины и биологии ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет Минобрнауки России, проф., д.б.н. ORCID ID: 0000-0001-8154-9182

Information about the authors:

Linar I. Vakhitov, Postgraduate Student of the Department of Human Health of the Institute of Fundamental Medicine and Biology of the Kazan Federal University. ORCID ID:0000-0001-7843-5694 (+7 (951) 06-56-085, linar_1993@bk.ru)

Timur L. Zefirov, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Human Health of the Institute of Fundamental Medicine and Biology of the Kazan Federal University. ORCID ID: 0000-0002-5091-7672

Idar Kh. Vakhitov, D.Sc. (Biology), Prof., Professor of the Department of Human Health of the Institute of Fundamental Medicine and Biology of the Kazan Federal University. ORCID ID: 0000-0001-8154-9182

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 15.05.2019

Принята к публикации: 12.07.2019

Received: 15 May 2019

Accepted: 12 July 2019