

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.4.5

УДК: 612.146.4

## Реакция насосной функции сердца баскетболистов-колясочников на физическую нагрузку в зависимости от степени поражения опорно-двигательного аппарата

*Л.И. Вахитов, Т.Л. Зефилов, И.Х. Вахитов*

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

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** изучить реакцию насосной функции сердца спортсменов с ограниченными возможностями здоровья на стандартную мышечную нагрузку. **Материалы и методы:** обследованы 20 игроков мужской баскетбольной команды на колясках в возрасте от 21 до 30 лет, которые были условно разделены на две группы. I группа – баскетболисты-колясочники с ампутированными нижними конечностями. II группа – спортсмены с поражением позвоночника и атрофией нижних конечностей. Сравнительный анализ показателей частоты сердечных сокращений (ЧСС) и ударного объема крови (УОК) осуществлен в покое и после выполнения мышечной нагрузки. **Результаты:** в I группе показатели ЧСС в покое достоверно оказались выше, чем во II группе. Если спортсмены I группы при выполнении мышечной нагрузки в виде челночного ускорения по периметру площадки отреагировали увеличением ЧСС до 155,4 уд/мин, то спортсмены II группы на такую же нагрузку реагировали увеличением ЧСС до 171,5 уд/мин. Разница составила 16,1 уд/мин ( $p < 0,05$ ). У баскетболистов-колясочников реакция ЧСС зависит от характера поражения опорно-двигательного аппарата. Наиболее выраженная реакция ЧСС на выполнение мышечной нагрузки выявлена у спортсменов с атрофией нижних конечностей. У баскетболистов I группы показатели ударного объема крови в покое оказались достоверно ниже, чем у баскетболистов II группы. Спортсмены I группы при выполнении физической нагрузки в виде челночного ускорения по периметру площадки отреагировали увеличением УОК до  $85,4 \pm 2,0$  мл, тогда как спортсмены II группы на такую же нагрузку реагировали увеличением УОК лишь до  $78,4 \pm 1,6$  мл. Разница составила 7,0 мл ( $p < 0,05$ ). У баскетболистов-колясочников реакция УОК на выполнение мышечной нагрузки зависит от характера поражения опорно-двигательного аппарата. У спортсменов I группы результаты реакции УОК оказались несколько лучше, по сравнению со спортсменами II группы. **Выводы:** у баскетболистов-колясочников с ампутированными нижними конечностями показатели ЧСС в покое достоверно выше, а УОК – ниже, чем у спортсменов с поражением позвоночника. У спортсменов с ампутированными нижними конечностями после выполнения физической нагрузки происходят меньшие изменения ЧСС и в большей степени меняются значения УОК. Тогда как у спортсменов с поражением позвоночника наблюдаются меньшие изменения УОК, и в большей мере изменяются показатели ЧСС.

**Ключевые слова:** баскетболисты-колясочники, мышечная нагрузка, частота сердечных сокращений, ударный объем крови, восстановительный период, реакция насосной функции сердца

**Для цитирования:** Вахитов Л.И., Зефилов Т.Л., Вахитов И.Х. Реакция насосной функции сердца баскетболистов-колясочников на физическую нагрузку в зависимости от степени поражения опорно-двигательного аппарата // Спортивная медицина: наука и практика. 2019. Т.9, №4. С. 5-10. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.4.5.

## The reaction of the pumping function of the heart of wheelchair basketball players to physical activity, depending on the degree of damage to the musculoskeletal system

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

*Kazan Federal University, Kazan, Russia*

### ABSTRACT

**Objective:** to study the response of the pumping function of the heart of athletes with disabilities to standard muscle load. **Materials and methods:** the total number of examined athletes was 20 males aged 21 to 30 years. The athletes of the basketball team in wheelchairs were conditionally divided into two groups. The first group consists of wheelchair basketball players with amputated lower extremities. The second group is athletes with spinal lesions and atrophy of the lower extremities. A comparative analysis of heart rate and stroke volume was carried out at rest and after muscle load. **Results:** it can be argued that in basketball players with amputated lower extremities, heart rates at rest, according to our data, were significantly higher than in basketball players with atrophy of the lower extremities. It should also be noted that if 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 bpm, then athletes with atrophy of the lower extremities responded to the same load by increasing heart rate to 171,5 bpm. The difference was 16,1 beats/min ( $p < 0,05$ ). Therefore, it can

be argued that in basketball players – wheelchairs, the reaction of heart rate depends on the nature of the defeat of the musculoskeletal system. The most pronounced reaction of heart rate to the performance of muscle load was revealed by us in wheelchair basketball players with atrophy of the lower extremities. In basketball players with amputated lower extremities, indicators of shock volume of blood at rest were significantly lower than in basketball players with atrophy of the lower extremities. At the same time, it should be emphasized that athletes with amputated lower extremities, when performing physical activity in the form of shuttle acceleration along the perimeter of the site, responded with an increase in SVC to  $85,4 \pm 2,0$  ml, while athletes with atrophy of the lower limbs reacted to the same load with an increase in CRI only up to  $78,4 \pm 1,6$  ml. The difference was 7,0 ml ( $p < 0,05$ ). Consequently, it can be argued that in basketball players – wheelchairs, the reaction of the UOC to the performance of muscle load depends on the nature of the damage to the musculoskeletal system. According to our data, in athletes with amputations of the lower extremities, the results of the KLA reaction were slightly better compared to athletes with atrophy of the lower extremities. **Conclusions:** it was found that in wheelchair basketball players with amputated lower extremities, heart rates at rest were significantly higher, and CRI was lower than in athletes with spinal injuries. It was revealed that in wheelchair basketball players with amputated lower extremities after performing physical activity, smaller changes in the heart rate occur and the impact volume of the blood changes to a greater extent. Whereas, in athletes with spinal cord lesions, lesser changes in stroke volume are observed and heart rate indicators are more likely to change.

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

**For citation:** Vakhitov LI, Zefirov TL, Vakhitov IKh. The reaction of the pumping function of the heart of wheelchair basketball players to physical activity, depending on the degree of damage to the musculoskeletal system. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2019;9(4):5-10. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.4.5.

### 1. Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), число инвалидов составляет более 500 млн человек. Задача медицины состоит не только в заботе об их здоровье, но и в восстановлении работоспособности. Многолетняя отечественная и зарубежная практика работы с инвалидами свидетельствует о высокой эффективности спорта в системе их реабилитации [1, 2-5]. Игры на занятиях с больными положительно влияют на их психоэмоциональную и психофизиологическую сферу, повышают общий тонус. Между тем спортивные игры всегда носят состязательный характер, как и спорт вообще. В этой связи L. Guttman (1960) был инициатором организации первых Олимпийских игр лиц с паралимпией (Паралимпийские игры), которые с тех пор проводятся каждые 4 года. Постоянно возрастающие нормы к уровню физической подготовленности спортсменов с ограниченными возможностями здоровья на наш взгляд требуют учета как индивидуальных особенностей организма спортсмена, так и особенностей поражений опорно-двигательного аппарата. Под влиянием интенсивных спортивных тренировок у спортсменов-инвалидов происходит формирование механизмов адаптации и компенсации серьезных врожденных или приобретенных патологий. При этом механизмы срочной и долговременной адаптации спортсменов-инвалидов к систематическим мышечным тренировкам остаются не достаточно выясненными.

Из немногочисленных исследований, характеризующих паралимпийцев с поражениями опорно-двигательного аппарата, лишь единицы посвящены баскетболу на колясках и в основном направлены лишь на совершенствование тренировочного процесса [6, 7]. Баскетбол на колясках является разновидностью игры, при которой участники могут перемещаться, используя коляски. Такой вид спорта оказывает психологическую адаптацию (волевая мобилизация и деятельность) для человека, который получил повреждение опорно-двигательного аппарата. А также он представляет собой физическую реабилитацию, позволяющую восстановить потерянную функциональную деятельность. При этом способ-

ствует выработыванию компенсаторных механизмов. Атлеты, входящие в состав баскетбольной команды на колясках, имеют разные причины инвалидности, характер и выраженность ограничения жизнедеятельности. Спортсмены с последствиями травм или заболеваний спинного мозга при выполнении технических действий используют чаще всего только верхний плечевой пояс или свободные конечности, в зависимости от уровня и степени поражения могут участвовать и ограниченное количество мышц спины и живота. Атлеты, имеющие инвалидность вследствие нарушения развития, в частности детского церебрального паралича (ДЦП), демонстрируют разбалансированный мышечный тонус, рефлексы и действия на фоне отставания в росте. Лица с различными поражениями 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 [8-13]. При оценке сократительных свойств миокарда у больных с культями нижних конечностей и атрофией следует иметь в виду, что нормальное состояние фазовой структуры систолы у этого контингента отличается от общепринятой нормы для здоровых людей.

Систематические мышечные тренировки предъявляют значительные требования к организму спортсменов, в том числе с ограниченными физическими возможностями [14-21]. При этом количество работ, посвященных изучению функциональных возможностей организма баскетболистов на колясках, крайне ограничено. Более того, в доступной литературе редко встречаются работы, посвященные изучению функциональных показателей спортсменов-инвалидов с различными травмами при мышечных тренировках.

### Цель исследования

Изучение особенностей изменения насосной функции сердца баскетболистов-колясочников после выполнения мышечной нагрузки.

**Задачи исследования:**

1. Изучить частоту сердечных сокращений (ЧСС) и ударного объема крови (УОК) в покое спортсменов-инвалидов с различными травмами нижних конечностей.

2. Проанализировать особенности реакции ЧСС и УОК при выполнении мышечной нагрузки в зависимости от степени поражения нижних конечностей.

**2. Материалы и методы**

**2.1. Пациенты**

Обследованы 20 спортсменов-мужчин с ограниченными возможностями здоровья баскетбольной команды «Крылья Барса» в возрасте от 21 до 30 лет (средний возраст – 24±3 года). Спортсмены разделены на две группы: в I группе – спортсмены с ампутированными нижними конечностями (9 человек); II группа – 11 спортсменов с поражением позвоночника и атрофией нижних конечностей. В два этапа изучали показатели насосной функции сердца (НФС). На первом этапе исследовали показатели НФС в покое. На втором этапе спортсмены выполняли мышечную нагрузку в виде челночного ускорения в течение 3 мин по периметру баскетбольной площадки. Оценивали показатели ЧСС и УОК. Для оценки достоверности различий использовали стандартные значения t-критерия Стьюдента.

**2.2. Методика регистрации реограммы**

Среди реографических методов определения ЧСС наибольшее распространение получил метод тетраполярной грудной реографии по Кубичеку [22] в различных модификациях. Неинвазивный характер метода, его простота и доступность для практического применения делают его одним из наиболее перспективных методов определения ЧСС.

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 явля-

ются 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. Прибор рекомендован к применению в медицинской практике Комитетом по новой медицинской технике МЗ РФ (протокол №5 от 13.06.2015). Сертификат соответствия РОСС RU. 0001.11ИМО2 №3434630.

**3. Результаты и их обсуждение**

У спортсменов I группы ЧСС в покое составила 84,5±1,8 уд/мин. По завершении физической нагрузки в течение 3 мин показатели ЧСС составили 155,4±2,1 уд/мин, что на 70,9 уд/мин больше по сравнению с показателями ЧСС зарегистрированными до выполнения мышечной нагрузки (p<0,05). Следовательно, на выполнение мышечной нагрузки у спортсменов I группы ЧСС увеличилась примерно в 1,8 раза по сравнению с исходными данными.

Во II группе ЧСС в покое составила 75,7±2,1 уд/мин. По завершении физической нагрузки в виде ускорения по периметру баскетбольной площадки в течение 3 мин показатели ЧСС составили 171,5±2,0 уд/мин. Данная величина на 95,8 уд/мин оказалась больше по сравнению с показателями ЧСС, зарегистрированными до выполнения мышечной нагрузки (p<0,05). Следовательно, на выполнение мышечной нагрузки у баскетболистов с атрофированными нижними конечностями ЧСС увеличилась примерно в 2,2 раза по сравнению с исходными данными (p<0,05).

Таким образом, у баскетболистов I группы показатели ЧСС в покое достоверно выше, чем во II группе. Если спортсмены I группы при выполнении мышечной нагрузки в виде челночного ускорения по периметру площадки отреагировали увеличением ЧСС до 155,4 уд/мин, то спортсмены II группы на такую же нагрузку реагировали увеличением ЧСС до 171,5 уд/мин. Разница составила 16,1 уд/мин (p<0,05). У баскетболистов-колясочников реакция ЧСС зависит от характера поражения опорно-

Таблица 1

**Показатели ЧСС (уд/мин) спортсменов в покое и при выполнении мышечной нагрузки**

Table 1

**Heart rate indicators (heartbeats per minute) of basketball players – wheelchairs at rest and while performing muscle load**

Группа спортсменов / Group of athletes	ЧСС в покое / Heart rate at rest	ЧСС при выполнении мышечной нагрузки / Heart rate when performing a muscle work
I группа / I group	84,5±1,8	155,4±2,1*
II группа / II group	75,7±2,1	171,5±2,0*

Примечание: \* – разница достоверна по сравнению с предыдущим значением (p<0,05)

Note: \* – the difference is significant compared to the previous value (p<0,05)

двигательного аппарата. Наиболее выраженная реакция ЧСС на выполнение мышечной нагрузки выявлена у баскетболистов-колясочников с атрофией нижних конечностей.

Ударный объем крови (УОК) регистрировали в покое и при выполнении мышечной нагрузки. УОК у спортсменов I группы в покое составил  $45,7 \pm 1,9$  мл. После выполнения физической нагрузки УОК увеличился до  $85,4 \pm 1,7$  мл. Данная величина на  $39,7$  мл оказалась больше по сравнению с показателями УОК зарегистрированными до выполнения мышечной нагрузки ( $p < 0,05$ ). Следовательно, на выполнение мышечной нагрузки у спортсменов I группы систолический объем крови отреагировал увеличением примерно в 2 раза по сравнению с исходными данными.

Во II группе УОК в покое составил  $57,5 \pm 2,1$  мл. После выполнения физической нагрузки в виде ускорения по периметру баскетбольной площадки показатели УОК увеличились до  $78,4 \pm 1,6$  мл. Данная величина на  $20,9$  мл оказалась больше по сравнению с показателями УОК, зарегистрированными до выполнения мышечной нагрузки ( $p < 0,05$ ). Следовательно, на выполнение мышечной нагрузки у баскетболистов II группы УОК отреагировал увеличением примерно в 1,3 раза по сравнению с исходными данными ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, у баскетболистов I группы показатели УОК в покое оказались достоверно ниже, чем у баскетболистов II группы. Спортсмены I группы при выполнении физической нагрузки в виде челночного ускорения по периметру площадки отреагировали увеличением УОК до  $85,4 \pm 2,0$  мл, тогда как спортсмены II группы на такую же нагрузку реагировали увеличением УОК лишь до  $78,4 \pm 1,6$  мл. Разница составила  $7,0$  мл ( $p < 0,05$ ). Следовательно, у баскетболистов-колясочников реакция УОК на выполнение мышечной нагрузки зависит от характера поражения опорно-двигательного аппарата. У спортсменов с ампутациями нижних конечностей результаты реакции УОК оказались несколько лучше по сравнению со спортсменами с атрофией нижних конечностей.

#### 4. Выводы

У баскетболистов-колясочников с различными травмами при выполнении мышечной нагрузки и в процессе восстановления выявили следующие особенности:

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

– баскетболисты с ампутированными нижними конечностями на мышечную нагрузку реагируют меньшей реакцией ЧСС, чем спортсмены с атрофированными нижними конечностями. Так, если 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 ( $p < 0,05$ ).

– баскетболисты с ампутированными нижними конечностями на мышечную нагрузку реагируют большей реакцией УОК, чем спортсмены с атрофированными нижними конечностями. Так, если спортсмены с ампутированными нижними конечностями при выполнении мышечной нагрузки в виде челночного ускорения по периметру площадки отреагировали увеличением УОК до  $85,4$  мл, то спортсмены с атрофией нижних конечностей на такую же нагрузку реагировали увеличением УОК лишь до  $78,4$  мл. Разница составила  $7,0$  мл ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, у баскетболистов-колясочников реакция ЧСС и УОК на выполнение мышечной нагрузки зависит от характера травм спортсменов. Спортсмены с ампутированными нижними конечностями на выполнение мышечной нагрузки в большей мере реагируют изменениями УОК, чем ЧСС. У спортсменов с атрофией нижних конечностей эти результаты были несколько ниже.

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

Таблица 2

Показатели УОК (мл) спортсменов в покое и при выполнении мышечной нагрузки

Table 2

The indicators of the cardiac stroke volume (ml) athletes – wheelchairs at rest and while performing muscle load

Группа спортсменов / Group of athletes	УОК в покое / Cardiac stroke volume at rest	УОК при выполнении мышечной нагрузки / Cardiac stroke volume when performing a muscle work
I группа / I group	$45,7 \pm 1,9$	$85,4 \pm 1,7^*$
II группа / II group	$57,5 \pm 2,1$	$78,4 \pm 1,6^*$

Примечание: \* – разница достоверна по сравнению с предыдущим значением ( $p < 0,05$ ).

Note: \* – the difference is significant compared to the previous value ( $p < 0,05$ ).

Повышенная ЧСС в покое у спортсменов с ампутированными конечностями объясняется постоянной специфической нагрузкой, связанной с ежедневной ходьбой. Устойчивая гиперциркуляция, очевидно, является следствием повышения тонуса симпатoadреналовой системы. Устойчивая адаптация системы кровообращения к специфической нагрузке, связанной с ходьбой на протезах. В литературных источниках так же имеются сведения о том, что у лиц с ампутированными нижними конечностями наблюдается растормаживание симпатических механизмов и увеличение вазоконстрикторных

адренергических влияний, что приводит к изменениям ЧСС в сторону тахикардии [3].

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

2. Спортсмены с ампутированными нижними конечностями на выполнение мышечной нагрузки в большей мере реагируют изменением УОК, чем ЧСС.

3. Спортсмены с атрофией нижних конечностей на мышечную нагрузку реагируют большими изменениями ЧСС и меньшей реакцией УОК.

### Список литературы

1. Брюховецкий А.С. Травма спинного мозга: клеточные технологии в лечении и реабилитации. М: Практическая медицина, 2010. 341 с.
2. Бегидова Т.П., Пушкин С.А., Бармин Г.В., Акиндинова Е.В. Занятия адаптивным спортом в реабилитации лиц с ограниченными возможностями // Культура физическая и здоровье. 2013. №5 (47). С. 99-105.
3. Ternovoy KS, Romanchuk AP, Sorokin MY, Pankova NB. Characteristics of the functioning of the cardio-respiratory system and autonomic regulation in para-athletes with spinal injury. *Human Physiology*. 2012. V.38, №4. P. 410-415. DOI: 10.1134/S0362119712040147.
4. Bombardier CH, Richards JS, Krause JS. Symptoms of major depression in people with spinal cord injury: Implications for screening // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2004. Vol.85, №11. P. 1749-1756. DOI: 10.1016/j.apmr.2004.07.348
5. Chung MC., Yeung SS, Wong AYL, Lam IF, Tse PTF, Daswani D, Lee R. Musculoskeletal injuries in elite able-bodied and wheelchair foil fencers – a pilot study // *Clin J Sport Med*. 2012. Vol.22 (3). P. 278-80. DOI: 10.1097/JSM.0b013e31824a577e.
6. Cavedon V, Zancanaro C, Milanese C. Anthropometry, Body Composition, and Performance in Sport-Specific Field Test in Female Wheelchair Basketball Players // *Front Physiol*. 2018, May 30. Vol.9. P. 568. DOI: 10.3389/fphys.2018.00568.
7. Cooper RA, Tuakli-Wosornu YA, Henderson GV, Quinby E, Dicianno BE, Tsang K, Ding D, Cooper R, Crytzer TM, Koontz AM, Rice I, Bleakney AW. Engineering and Technology in Wheelchair Sport // *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2018 May. Vol.29 (2). P. 347-369. DOI:10.1016/j.pmr.2018.01.013.
8. Dutton RA. Medical and Musculoskeletal Concerns for the Wheelchair Athlete: A Review of Preventative Strategies // *Curr Sports Med ReP*. 2019. Vol.18 (1). P. 9-16. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000560.
9. Gioia M. Psychological impact of sports activity in spinal cord injury patients // *Scand J Med Sci Sports*. 2006. Vol.16 (6). P. 412. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2005.00518.x.
10. Вахитов Л.И., Зефирова Т.Л., Вахитов И.Х. Влияние мышечных нагрузок на насосную функцию сердца баскетболистов-колясочников // *Дневник Казанской медицинской школы*. 2019. №1. С. 42-46.
11. Захарина Е. Предпосылки возникновения и противоречия в функционировании современного адаптивного спорта // *Физическое воспитание, спорт и культура здоровья в современном обществе*. 2015. №4 (32). С. 201-205.
12. Евсеев С.П., Евсеева О.Э. Теоретические проблемы адаптивного спорта на современном этапе // *Культура физическая и здоровье*. 2015. №4 (55). С. 78-83.

### References

1. Bryukhovetsky AS. Travma spinnogo mozga: kletochnye tekhnologii v lechenii i reabilitatsii. Moscow, Prakticheskaya meditsina (practical medicine), 2010. 341 p. Russian.
2. Begidova TP, Pushkin SA, Barmin GV. Doing adapted sports in rehabilitation for the disabled. *Physical culture and health*. 2013;5(47):99-105. Russian.
3. Ternovoy KS, Romanchuk AP, Sorokin MY, Pankova NB. Characteristics of the functioning of the cardio-respiratory system and autonomic regulation in para-athletes with spinal injury. *Human Physiology*. 2012;38(4):410-415. DOI: 10.1134/S0362119712040147.
4. Bombardier CH, Richards JS, Krause JS. Symptoms of major depression in people with spinal cord injury: Implications for screening. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2004;85(11):1749-1756. DOI: 10.1016/j.apmr.2004.07.348.
5. Chung MC., Yeung SS, Wong AYL, Lam IF, Tse PTF, Daswani D, Lee R. Musculoskeletal injuries in elite able-bodied and wheelchair foil fencers – a pilot study. *Clin J Sport Med*. 2012;22(3):278-280. DOI: 10.1097/JSM.0b013e31824a577e.
6. Cavedon V, Zancanaro C, Milanese C. Anthropometry, Body Composition, and Performance in Sport-Specific Field Test in Female Wheelchair Basketball Players. *Front Physiol*. 2018;30:9:568. DOI: 10.3389/fphys.2018.00568.
7. Cooper RA, Tuakli-Wosornu YA, Henderson GV, Quinby E, Dicianno BE, Tsang K, Ding D, Cooper R, Crytzer TM, Koontz AM, Rice I, Bleakney AW. Engineering and Technology in Wheelchair Sport. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2018;29(2):347-369. DOI: 10.1016/j.pmr.2018.01.013.
8. Dutton RA. Medical and Musculoskeletal Concerns for the Wheelchair Athlete: A Review of Preventative Strategies. *Curr Sports Med Rep*. 2019;18(1):9-16. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000560.
9. Gioia M., Cerasa A., Lucente LDi, Brunelli S, Castellano, Trallesi M. Psychological impact of sports activity in spinal cord injury patients. *Scand J Med Sci Sports*. 2006;16(6):412-6. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2005.00518.x.
10. Vakhitov LI, Zefirov TL, Vakhitov IKh. Influence of muscle loads on the pumping function of the heart of wheelchair basketball players. *Dnevnik Kazanskoi medicinskoj shcholy*. 2019;1:42-46. Russian.
11. Zaharina E. Premises of Origin and Contradictions in the Functioning of Modern Adaptive Sport. *Physical Education, Sport and Health Culture in Modern Society*, 2015;4(32):201-205.
12. Evseev SP, Evseeva OE. Theoretical problems adaptivnogo sport at the present stage. *Physical culture and health*. 2015;4(55):78-83.

13. **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 (8). P. 359-363.

14. **Kalpakjian CZ, Bombardier CH, Schomer K, Brown PA, Johnson KL.** Measuring depression in persons with spinal cord injury: a systematic review // J Spinal Cord Med. 2009. Vol.32 (1). P. 6-24. DOI: 10.1080/10790268.2009.11760748.

15. **Toresdahl BG, Blauwet C, Chang CJ, Ling DI, Asif IM.** Cardiovascular screening of Paralympic athletes reported by chief medical officers of the Pyeong Chang 2018 Paralympic Winter Games // Br J Sports Med. 2019 Jan. Vol.53 (1). P. 43-44. DOI: 10.1136/1136/bjsports-2018-099708.

16. **Ungerer G.** Classification in para sport for athletes following cervical spine trauma // Handb Clin Neurol. 2018. Vol.158. P. 371-377. DOI: 10.1016/B978-0-444-63954-7.00035-5.

17. **Izosimova AV, Vakhitov IH, Zefirov TL.** Catecholamine Excretion in Individuals Engaged in Extreme Sports // INDO American Journal of Pharmaceutical sciences. 2017. Vol.4 (9). P. 3040-3043.

18. **Vakhitov IKh, Zefirov TL, Vakhitov BI.** Changes of blood shock volume among the children with hypokinesia // Drug Invention Today. 2018. Vol.10, Special Issue 3. P. 3197-3199.

19. **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.

20. **Шендеров Б.А.** Роль митохондрий в профилактической, восстановительной и спортивной медицине // Вестник восстановительной медицины. 2018. №1 (83). С. 21-31.

21. **Ачкасов Е.Е., Литвиненко А.С., Куршев В.В.** Ударно-волновая терапия при заболеваниях и травмах опорно-двигательного аппарата, обусловленных занятием спортом // Вестник восстановительной медицины. 2015. №1 (65). С. 42-50.

22. **Kubiczek WG, Kamegis JW, Patterson RP, Witsoe DA, Mattson RH.** Development and evaluation of an impedance cardiac output system // Aerospace Med. 1966. Vol.37. P. 1208-1212.

13. **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(8):359-363.

14. **Kalpakjian CZ, Bombardier CH, Schomer K, Brown PA, Johnson KL.** Measuring depression in persons with spinal cord injury: a systematic review. J Spinal Cord Med. 2009;32(1):6-24. DOI: 10.1080/10790268.2009.11760748.

15. **Toresdahl BG, Blauwet C, Chang CJ, Ling DI, Asif IM.** Cardiovascular screening of Paralympic athletes reported by chief medical officers of the Pyeong Chang 2018 Paralympic Winter Games. Br J Sports Med. 2019;53(1):43-44. DOI: 10.1136/1136/bjsports-2018-099708.

16. **Ungerer G.** Classification in para sport for athletes following cervical spine trauma. Handb Clin Neurol. 2018;158:371-377. DOI: 10.1016/B978-0-444-63954-7.00035-5.

17. **Izosimova AV, Vakhitov IH, Zefirov TL.** Catecholamine Excretion in Individuals Engaged in Extreme Sports, Indo Am. J. P. Sci, 2017;4(9):3040-3043.

18. **VakhitovIKh, Zefirov TL, Vakhitov BI.** Changes of blood shock volume among the children with hypokinesia. Drug Invention Today. 2018;10(3):3197-3199.

19. **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.

20. **Shenderov BA.** Role of mitochondria in preventive, restorative and sports medicine. Bulletin of rehabilitation medicine. 2018;1(83):21-31. Russian.

21. **Achkasov EE, Litvinenko AS, Kurshev VV.** Shockwave therapy in diseases and injuries of the musculoskeletal system due sports. Bulletin of rehabilitation medicine. 2015;1(65):42-50. Russian.

22. **Kubiczek WG, Kamegis JW, Patterson RP, Witsoe DA, Mattson RH.** Development and evaluation of an impedance cardiac output system. Aerospace Med. 1967;37(12):1208-1212.

#### 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, 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, Institute of Fundamental Medicine and Biology of the Kazan Federal University. ORCID ID: 0000-0002-5091-7672

**Ildar Kh. Vakhitov**, D.Sc. (Biology), Prof., Professor of the Department of Human Health, 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: 12.09.2019

Принята к публикации: 07.11.2019

Received: 12 September 2019

Accepted: 07 November 2019