

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.85

УДК: 612.146.4

Влияние ортостатической нагрузочной пробы на насосную функцию сердца спортсменов с двигательными нарушениями нижних конечностей

Л.И. Вахитов, Т.Л. Зефиоров, 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 (НФС) спортсменов-инвалидов на ортостатическую пробу. **Материалы и методы:** обследованы 20 спортсменов-мужчин (баскетбол на колясках) 21-30 лет. I группа – 9 спортсменов с ампутированными нижними конечностями на уровне верхней трети голени. II группа – 11 спортсменов с травмой позвоночника на уровне Th12, L1, с компрессией и частичным разрывом спинного мозга, параличом и атрофией нижних конечностей. Изучали показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС) и ударного объема крови (УОК) в положении лежа и в течение 5-20 секунд после активного перехода из положения лежа в положение сидя. **Результаты:** В I группе ЧСС в положении лежа составила $77,2 \pm 1,4$ уд/мин. При активной смене положения ЧСС увеличилась на $7,3 \pm 1,2$ уд/мин ($p < 0,05$) и составила $84,5 \pm 1,8$. ЧСС во II группе в положении лежа составила $71,3 \pm 1,8$ уд/мин. При смене положения ЧСС увеличилась до $75,7 \pm 2,1$ уд/мин ($p < 0,05$), т.е. на $4,4 \pm 1,6$ уд/мин, что было на $2,9 \pm 1,3$ уд/мин меньше, чем реакция ЧСС на смену положения тела в I группе ($p < 0,05$). Урежение ЧСС в пределах от 4 до 12 уд/мин может свидетельствовать о пониженном тоне симпатического отдела вегетативной нервной системы. УОК в I группе в положении лежа составил $54,3 \pm 1,6$ мл, а после перехода в положение сидя УОК снизился до $45,7 \pm 1,9$ мл ($p < 0,05$), т.е. на $8,6 \pm 1,4$ мл. Во II группе УОК в положении лежа составлял $61,8 \pm 1,9$ мл при активном переходе из положения лежа в положение сидя снизился на $4,3 \pm 1,7$ мл и составил $57,5 \pm 2,1$ мл ($p < 0,05$), что существенно отличается от реакции группы I на $4,3 \pm 1,6$ мл ($p < 0,05$). **Выводы:** Показатели ЧСС и УОК претерпевают большие изменения у спортсменов с ампутацией нижних конечностей, нежели у спортсменов с их атрофией. Выявленная разница, по-видимому, обусловлена уменьшением объема циркулирующей крови у спортсменов I группы. Изменения НФС спортсменов II группы больше связана с нарушением трофики нижних конечностей, что в свою очередь приводит к выраженным нарушениям венозного оттока.

Ключевые слова: баскетболисты-колясочники, активная ортостатическая проба, частота сердечных сокращений, ударный объем крови, насосная функция сердца

Для цитирования: Вахитов Л.И., Зефиоров Т.Л., Вахитов И.Х. Влияние ортостатической нагрузочной пробы на насосную функцию сердца спортсменов с двигательными нарушениями нижних конечностей // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т.10, №1. С.85-89. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.85

Influence of orthostatic test on the heart pumping function in athletes with lower extremities motor disorders

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

Kazan Federal University, Kazan, Russia

ABSTRACT

Objective: to study the response of heart pumping function (HPF) of athletes with disabilities to an orthostatic test. **Materials and methods:** 20 wheelchair athletes (21-30 year-old) were examined. Group I are wheelchair basketball players with amputated lower limbs at the level of the upper third of the tibia. II group - athletes with spinal damage and atrophy of lower limbs at the level of Th12, L1, with compression, partial rupture of spinal cord, lower limbs paralysis, and small pelvic organ functional disorder. We compared the heart rate (HR) and stroke volume (SV). The analysis was carried out in two stages: we take measurements in the lying position and within 5 - 20 seconds after an active transition from the lying position to the sitting position. **Results:** In group I, the HR in the lying position was 77.2 ± 1.4 bpm. With the active change of position, the HR increased by 7.3 ± 1.2 bpm ($p < 0.05$) to 84.5 ± 1.8 bpm. The HR in group II in the lying position was 71.3 ± 1.8 bpm. After an active position change, it increased to 75.7 ± 2.1 bpm. The HR response to the change of body position in group II was 4.4 ± 1.6 bpm ($p < 0.05$), which was 2.9 ± 1.3 bpm less than the HR response to a change of body position in group I ($p < 0.05$). HR decrease within 4 to 12 bpm may indicate a reduced tone of sympathetic part of vegetative nervous system. The SV of group I in the lying position was 54.3 ± 1.6 ml. After active transition from lying position to sitting position, the SV decreased to 45.7 ± 1.9 ml ($p < 0.05$). At transition from lying position to sitting position, the SV reaction in athletes with amputated of lower limbs was 8.6 ± 1.4 ml ($p < 0.05$). In wheelchair basketball players with lower limb atrophy, the SV in lying position was 61.8 ± 1.9 ml and decreased by 4.3 ± 1.7 ml at active transition from lying position to sitting position to 57.5 ± 2.1 ml ($p < 0.05$), which differs significantly from the reaction of group I by 4.3 ± 1.6 ml ($p < 0.05$). **Conclusions:** In group I, the difference in HR values in an orthostatic test is significantly higher than in group II.

Key words: wheelchair basketball players, active orthostatic test, heart rate, stroke volume, heart pump function

For citation: Vakhitov LI, Zefirov TL, Vakhitov IKh. Influence of Orthostatic Test on the Heart Pumping Function in Athletes with Lower Extremities Motor Disorders. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2020;10(1):85-89 (In Russ). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2020.1.85

1. Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения инвалиды составляют около 10% населения земного шара. Практический опыт работы отечественных и зарубежных специалистов показывает, что наиболее действенным методом реабилитации инвалидов является систематические занятия физической культурой и спортом [1-8].

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 [9, 10]. Баскетбол, как спортивная дисциплина имеет свои особенности, что обусловлено характером тренировок и поединков – действия резко скоростные, часто прерываемые паузами [11, 12]. 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 [9-12]. 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 выполнении ортостатической пробы [2, 3, 5, 13-15].

Идея использовать изменение положения тела в пространстве в качестве входного воздействия для исследования функционального состояния организма реализована в практике функциональной диагностики давно. Ортостатические пробы оказывают значительную роль на гемодинамику спортсменов-инвалидов, поскольку изменение положения тела в пространстве является естественным для баскетбола на колясках [5, 14, 15]. Вероятно, нет ни одной функции организма, параметры которой не изменились бы при активном переходе из горизонтального положения в вертикальное [16-18]. Данный вопрос изучался рядом исследователей и в настоящее время накоплен определенный материал [3]. Однако изменения показателей насосной функции сердца при активном переходе из положения лежа в положение сидя у баскетболистов-колясочников остаются не достаточно изученными.

Цель исследования – изучение особенностей изменения насосной функции сердца у баскетболистов-колясочников при выполнении ортостатической пробы.

Задачи исследования:

Изучить реакцию частоты сердечных сокращений (ЧСС) спортсменов-инвалидов с различными травмами

нижних конечностей при активном переходе из положения лежа в положение сидя;

Проанализировать особенности изменения ударного объема крови (УОК) на ортостатическую пробу в зависимости от степени поражения нижних конечностей.

2. Материалы и методы

2.1. Характеристика исследуемых спортсменов

Обследованы 20 спортсменов-мужчин с ограниченными возможностями здоровья баскетбольной команды «Крылья Барса» (баскетбол на колясках) в возрасте от 21 до 30 лет (средний возраст – $24,0 \pm 3,1$ года). Спортсмены условно были разделены на две группы, сопоставимые по полу, возрасту и уровню тренированности. В I группу включили 9 спортсменов с ампутациями нижних конечностей на уровне верхней трети голени, 2 из которых с двусторонней ампутацией, остальные 7 спортсменов с односторонней. II группу составили 11 спортсменов с травмой позвоночника на уровне Th12, L1, с компрессионной и частичным разрывом спинного мозга, параличом и атрофией нижних конечностей, нарушением функции органов малого таза. Насосную функцию сердца (НФС) изучали в два этапа на основании частоты сердечных сокращений (ЧСС) и ударного объема крови (УОК). На I-ом этапе исследовали показатели НФС спортсменов в положении лежа. На 2-ом этапе изучали срочную реакцию показателей НФС баскетболистов-колясочников в течение 5-20 секунд после активного перехода из положения лежа в положение сидя.

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

2.2. Методика регистрации

Среди реографических методов определения ЧСС, а так же УОК наибольшее распространение получил метод тетраполярной грудной реографии по Кубичеку [19] в различных модификациях. Неинвазивный характер метода, его простота и доступность для практического применения делают ее одним из наиболее перспективных методов определения изучаемых параметров.

Электроды накладывали 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 кон-

троля 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 министерства здравоохранения РФ (протокол №5 от 13.06.2015). Сертификат соответствия РОСС RU. 0001.11ИМО2 №3434630.

3. Результаты и их обсуждение

У спортсменов I группы (с ампутацией нижних конечностей) ЧСС в положении лежа составляла $77,2 \pm 1,4$ уд/мин (табл. 1). При активном переходе из положения лежа в положение сидя ЧСС увеличилась по сравнению с исходными данными на $7,3 \pm 1,2$ уд/мин ($p < 0,05$) и составила $84,5 \pm 1,8$. ЧСС у баскетболистов-колясочников II группы (с атрофией нижних конечностей) в положении лежа составила $71,3 \pm 1,8$ уд/мин. При активном переходе из положения лежа в положение сидя увеличилась до $75,7 \pm 2,1$ уд/мин. Реакция ЧСС на смену положения тела у спортсменов с атрофией нижних конечностей при активном переходе из положения лежа в положение

сидя составила $4,4 \pm 1,6$ уд/мин ($p < 0,05$). Данная реакция ЧСС на смену положения тела оказалась на $2,9 \pm 1,3$ уд/мин меньше, чем реакция ЧСС на смену положения тела у спортсменов с ампутацией нижних конечностей ($p < 0,05$). Урежение ЧСС в пределах от 4 до 12 уд/мин, по мнению ученых [6, 8, 9], свидетельствует о пониженном тоне симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Ударный объем крови (УОК) у спортсменов I группы (с ампутацией нижних конечностей), в положении лежа составлял $54,3 \pm 1,6$ мл (табл. 2). После активного перехода из положения лежа в положение сидя УОК у баскетболистов-колясочников этой группы снизился до $45,7 \pm 1,9$ мл ($p < 0,05$). Следовательно, при активном переходе из положения лежа в положение сидя реакция УОК спортсменов с ампутацией нижних конечностей, составила $8,6 \pm 1,4$ мл ($p < 0,05$). У баскетболистов-колясочников II группы (с атрофией нижних конечностей) УОК в положении лежа составлял $61,8 \pm 1,9$ мл при активном переходе из положения лежа в положение сидя снизился на $4,3 \pm 1,7$ мл и составил $57,5 \pm 2,1$ мл ($p < 0,05$), что существенно отличается от реакции систолического выброса спортсменов I группы на $4,3 \pm 1,6$ мл ($p < 0,05$).

Таблица 1

Изменения ЧСС у баскетболистов – колясочников при выполнении ортостатической пробы

Table 1

Heart rate changes in basketball players – wheelchairs when performing an orthostatic test

Группа обследованных / Group of examined athletes	ЧСС (уд/мин) / Heart rate (beats per minute)		
	Лежа / Lying down	Сидя / Sitting	Разница / Difference
Спортсмены с ампутацией нижних конечностей / Athletes with lower extremities amputation	$77,2 \pm 1,4$	$84,5 \pm 1,8^*$	$7,3 \pm 1,2$
Спортсмены с атрофией нижних конечностей / Athletes with low extremities atrophy	$71,3 \pm 1,8$	$75,7 \pm 2,1^*$	$4,4 \pm 1,6$

Прим.: * – разница достоверна по сравнению со значением «Лежа» ($p < 0,05$)

Note: * – Difference is reliable compared to value in lying position ($p < 0,05$)

Таблица 2

Изменения УОК у баскетболистов-колясочников при выполнении ортостатической пробы

Table 2

Changes in the stroke volume of blood of basketball players-wheelchairs, when performing an orthostatic test

Группа обследованных / Group of examined athletes	УОК (мл) / Stroke volume (ml)		
	Лежа / Lying down	Сидя / Sitting	Разница / Difference
Спортсмены с ампутацией нижних конечностей / Athletes with lower extremities amputation	$54,3 \pm 1,6$	$45,7 \pm 1,9^*$	$8,6 \pm 1,4$
Спортсмены с атрофией нижних конечностей / Athletes with low extremities atrophy	$61,8 \pm 1,9$	$57,5 \pm 2,1^*$	$4,3 \pm 1,7$

Прим.: * – разница достоверна по сравнению со значением «Лежа» ($p < 0,05$)

Note: * – Difference is reliable compared to value in lying position ($p < 0,05$)

Ортостатические реакции организма спортсменов-инвалидов связаны с тем, что при перемене положения тела (из горизонтального в вертикальное) в нижней его половине депонируется значительное количество крови. В результате ухудшается венозный возврат крови к сердцу, в связи с этим, на наш взгляд, уменьшается УОК. Компенсация этого неблагоприятного воздействия осуществляется в первую очередь за счет учащения сердечных сокращений. Кроме того, важная роль принадлежит и изменениям сосудистого тонуса. Данная перестройка центральной гемодинамики характерна для обеих групп исследуемых спортсменов-инвалидов. Применение ортостатической пробы выявляет гиперсимптоадреналовый тип реакции и отражает значительную расторможенность симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Как показали исследования, показатели ЧСС и УОК претерпевают большие изменения у спортсменов с ампутацией нижней конечности, нежели у спортсменов

с атрофией нижних конечностей. Выявленная разница обуславливается, по нашему мнению, уменьшением объема циркулирующей крови у баскетболистов-колясочников с ампутированными конечностями. Изменения насосной функции сердца спортсменов с атрофией нижних конечностей больше связана с нарушением трофики нижних конечностей, что в свою очередь приводит к выраженным нарушениям венозного оттока.

4. Выводы

1. У баскетболистов-колясочников с ампутированными нижними конечностями разница в показателях ЧСС при ортостатической пробе достоверно выше, чем у баскетболистов с атрофией нижних конечностей.
2. Баскетболисты с ампутированными нижними конечностями на активную смену положения тела реагируют большими изменениями УОК, чем спортсмены с атрофированными нижними конечностями.

Список литературы

1. **Брюховецкий А.С.** Травма спинного мозга: клеточные технологии в лечении и реабилитации. М: Практическая медицина, 2010. 341с.
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. **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.
4. **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.
5. **Евсеев С.П., Евсеева О.Э.** Теоретические проблемы адаптивного спорта на современном этапе // Культура физическая и здоровье. 2015. №4(55). С.78-83.
6. **Toresdahl BG, Blauwet C, Chang CJ, Ling DI, Asif IM.** Cardiovascular screening of Paralympic athletes reported by chief medical officers of the PyeongChang 2018 Paralympic Winter Games // *Br J Sports Med.* 2019. Vol.53, №1. P.43-44.
7. **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.
8. **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.
9. **Вахитов Л.И., Зефиоров Т.Л., Вахитов И.Х.** Влияние мышечных нагрузок на насосную функцию сердца баскетболистов-колясочников // *Дневник Казанской медицинской школы.* 2019. №1. С.42-46.
10. **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.
11. **Cavedon V, Zancanaro C, Milanese C.** Anthropometry,

References

1. **Bryukhovetsky AS.** Travma spinного mozga: kletochnye tekhnologii v lechenii i reabilitatsii. Moscow, *Prakticheskaya meditsina (practical medicine)*, 2010. 341p. (In Russ.)
2. **Begidova TP, Pushkin SA, Barmin GV.** Doing adapted sports in rehabilitation for the disabled. *Physical culture and health.* 2013;5(47):99-105. (In Russ.)
3. **Chung MC, Yeung SS, Wong AYL, Lam IF, Tse PTF et al.** Musculoskeletal injuries in elite able-bodied and wheelchair foil fencers - a pilot study. *Clin J Sport Med.* 2012;22(3):278-280.
4. **Dutton RA.** Medical and Musculoskeletal Concerns for the Wheelchair Athlete: A Review of Preventative Strategies. *Curr Sports Med Rep.* 2019;18(1):9-16.
5. **Evseev SP, Evseeva OE.** Theoretical problems adaptivnogo sport at the present stage. *Physical culture and health.* 2015;4(55):78-83. (In Russ.)
6. **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.
7. **Izosimova AV, Vakhitov IH, Zefirov TL.** Catecholamine Excretion in Individuals Engaged in Extreme Sports, *Indo Am. J. P. Sci.* 2017;4(9):3040-3043.
8. **Vakhitov IKh, Zefirov TL, Vakhitov BI.** Changes of blood shock volume among the children with hypokinesia. *Drug Invention Today.* 2018;10(3):3197-3199.
9. **Vakhitov LI, Zefirov TL, Vakhitov IKh.** Influence of muscle loads on the pumping function of the heart of wheelchair basketball players. *Dnevnik Kazanskoi medicinskoi shkoly.* 2019;1:42-46. (In Russ.)
10. **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. (In Russ.)
11. **Cavedon V, Zancanaro C, Milanese C.** Anthropometry, Body Composition, and Performance in Sport-Specific Field Test in Female Wheelchair Basketball Players. *Front Physiol.* 2018;9:568.

Body Composition, and Performance in Sport-Specific Field Test in Female Wheelchair Basketball Players // *Front Physiol.* 2018. Vol.9. P.568.

12. **Cooper RA, Tuakli-Wosornu YA, Henderson GV, Quinby E, Dicianno BE, et al.** Engineering and Technology in Wheelchair Sport // *Phys Med RehabilClin N Am.* 2018. Vol.29, №2. P.347-369.

13. **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. Vol.38, №4. P.410-415.

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.

15. **Ungerer G.** Classification in para sport for athletes following cervical spine trauma // *HandbClin Neurol.* 2018. Vol.158. P.371-377.

16. **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.

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

18. **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.

19. **Kubicek 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.

12. **Cooper RA, Tuakli-Wosornu YA, Henderson GV, Quinby E, Dicianno BE, et al.** Engineering and Technology in Wheelchair Sport. *Phys Med RehabilClin N Am.* 2018;29(2):347-369.

13. **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.

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.

15. **Ungerer G.** Classification in para sport for athletes following cervical spine trauma. *HandbClin Neurol.* 2018;158:371-377.

16. **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.

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

18. **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. (In Russ.)

19. **Kubicek 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 (+7(951)06-56-085, linar_1993@bk.ru). ORCID ID: 0000-0001-7843-5694

Зефиров 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 (+7(951)06-56-085, linar_1993@bk.ru). ORCID ID: 0000-0001-7843-5694

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

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 09.11.19

Принята к публикации: 22.05.20

Received: 09 November 2019

Accepted: 22 May 2020