

DOI 10.15826/spp.2023.3.81

УДК 796.526

## ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НА СПЕЦИАЛЬНУЮ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ В СКАЛОЛАЗАНИИ

**А. В. Шувалов<sup>1</sup>, О. С. Иванов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение подростково-молодежный центр «Калининский», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки НИИ промышленной и морской медицины Федерального медико-биологического агентства, Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема непропорциональности в более высоком значении ЧСС при лазании относительно беговых нагрузок при более низком уровне потребления кислорода. Целью исследования является определение влияния функционального состояния на специальную подготовленность скалолазов. В исследовании приняли участие дети в возрасте 8–12 лет, находящиеся на спортивно-оздоровительном этапе подготовки, обоюбого пола в количестве 24 человек. Для оценки напряжения регуляторных систем использовалась методика оценки вариабельности сердечного ритма (ВСР). В исследовании использован метод расчета специальной подготовленности, позволяющий учитывать количество наиболее сложных пройденных спортсменом боулдеринговых трасс за время тренировки и их количество. Конечный балл в большей степени зависит от сложности пролезаемой трассы. Установлено, что при лазании на простых трассах (ниже 6А по международной классификации) не наблюдается выраженных напряжений регуляторных систем организма. При росте специфических физических нагрузок в скалолазании (уровень трасс 6А-6В) спортсмены сталкиваются с физическими усилиями требующих развития координационных и физических возможностей, несравнимых с предыдущим уровнем (трассы 5А-5С). Также этот уровень предполагает большее психологическое напряжение. При дальнейшем усложнении специфических нагрузок в скалолазании (уровень трасс 6С) наблюдается адаптация занимающихся к предъявляемым психофизическим усилиям. Делается вывод, что постепенное возрастание значения функционального резерва ритма сердца свидетельствует об адаптации мышц рук по типу развития дыхательных способностей, к важнейшим из которых относятся возрастание

© Шувалов А. В., Иванов О. С., 2023

значения капилляризации тканей, роста числа митохондрий и увеличение миоглобина в мышечных волокнах выполняющих специфическую работу в скалолазании.

**Ключевые слова:** скалолазание, детское скалолазание, вариабельность сердечного ритма, функциональные резервы организма, адаптация.

**Для цитирования:** Шувалов А. В., Иванов О. С. Влияние функционального состояния на специальную подготовленность в скалолазании // Актуальные вопросы спортивной психологии и педагогики. 2023. Т. 3. № 3. С. 67–75.

## INFLUENCE FUNCTIONAL STATE ON SPECIAL PREPAREDNESS IN ROCK CLIMBING

**A. V. Shuvalov, O. S. Ivanov**

<sup>1</sup>Sankt-St. Petersburg State Budgetary Institution teenage and Youth Center “Kalininsky”, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Scientific Institution «Research Institute of Industrial and Marine Medicine of the Federal Medical and Biological Agency», St. Petersburg, Russia

**Abstract.** The article deals with the problem of disproportionality in a higher heart rate value when climbing relative to running loads at a lower level of oxygen consumption. The aim of the study is to determine influence of functional state on the special climbing preparedness. Study involved children aged 8–12 years in recreation stage of preparation, both sexes in the number of 24 people. To assess the voltage of regulatory systems was used a method for assessing heart rate variability. The study used a method for calculating special preparedness, which allows taking into account the number of the most difficult bouldering routes passed by an athlete during training and their number. The final score depends more on the complexity of the route. It was found that there are no pronounced stresses of the regulatory systems of the body on simple trails (below 6A according to the international classification). With the growth of specific physical loads in rock climbing (the level of trails 6A-6B), athletes face physical efforts requiring the development of coordination and physical capabilities incomparable with the previous level (trails 5A-5S). Also, this level implies more psychological stress. In further complication of specific loads in rock climbing (6C level of trails) is observed the adaptation to the psychophysical efforts. It is concluded that with the growth of functional reserve the heart rhythm increases the adaptation of hands muscles to greater oxygen absorption. Increases tissue capillarization, number of mitochondria and myoglobin in muscle fibers performing specific work in climbing.

**Keywords:** rock climbing, children’s climbing, heart rate variability, functional reserves of the organism, adaptation.

**For citation:** Shuvalov A. V., Ivanov O. S. Influence functional state on special preparedness in rock climbing //Current issues of sports psychology and pedagogy. 2023. Vol. 3, No.3. P. 67–75.

В существующих работах, посвященных исследованию сравнения пикового потребления кислорода (ППК) мышц рук скалолазов, частоты сердечных сокращений (ЧСС) при специфической нагрузке (лазание по скальному рельефу), а также максимального потребления кислорода (МПК) и ЧСС при беге установлено непропорциональное увеличение значения ЧСС относительно потребления кислорода при лазании по сравнению с беговой нагрузкой. Потребление кислорода при работе руками при лазании наблюдается при более высоких значениях ЧСС, относительно беговой нагрузки или при измерениях на велоэргометрах [6; 8; 12]. Также установлено высокое значение ЧСС при лазании (до 80 %) при уровне МПК не превышающем 45 % [5]. Установлено, что при одинаковом значении пульса уровень ПК при лазании достоверно ниже чем при беге у одних и тех же испытуемых [13].

Эти данные привели исследователей к предположению о более значимом влиянии психологического напряжения на регуляторные системы организма при лазании по сравнению с бегом. В работе [9] исследовалось значение индекса индивидуального напряжения, ЧСС, концентрация молочной кислоты и дыхательный коэффициент у скалолазов. Все измеренные показатели продемонстрировали достоверно большие значения при лазании, чем при беге.

На основании применения ЭКГ [2] установлено, что на начальных этапах спортивной подготовки отсутствуют выраженные отличия функциональной активности адаптационных и регуляторных систем организма.

На данный момент существует предположение, что непропорциональный рост ЧСС при лазании вызван вегетативными реакциями сердечно-сосудистой системы из-за особенностей строения мышц рук, в которых примерно в половину больше быстрых гликолитических мышечных волокон по сравнению с мышцами ног. Также свой вклад оказывают особенности специфической двигательной деятельности при скалолазании: характерны значительные объемы работы мышц в изометрическом режиме [3,7, 10,11]. Предполагается также значительное влияние психологической составляющей, связанной с чувством тревоги, характерным для лазания [3,4,11].

Целью исследования является определение влияния функционального состояния на специальную подготовленность скалолазов.

Для оценки напряжения регуляторных систем использовалась методика оценки вариабельности сердечного ритма (ВСР). По своим аналогично устройству для определения психофизиологического состояния человека – патент на изобретение № 2214166. Измерение показателя ВСР проводилось перед началом тренировки, после отдыха в сидячем положении в течении 5 минут.

Для контроля специальной подготовленности проводился замер сложности наиболее трудной пролезаемой боулдеринговой трассы и общее их количество за тренировку. Категорирование трасс осу-

ществлялось в соответствии с критериями сложности скалолазных трасс [1].

В связи с тем, что производилась не только фиксация уровня сложности пролезаемой скалолазной трассы, но и количество прохождения трасс максимально доступного уровня сложности, была использована формула:

$$Б = \frac{P^2 + 0,1ЧП}{3}, \quad (1)$$

где P – балл трассы в соответствии со шкалой IRCRA; ЧП – число проходов трассы максимально доступного уровня сложности; Б – конечный балл.

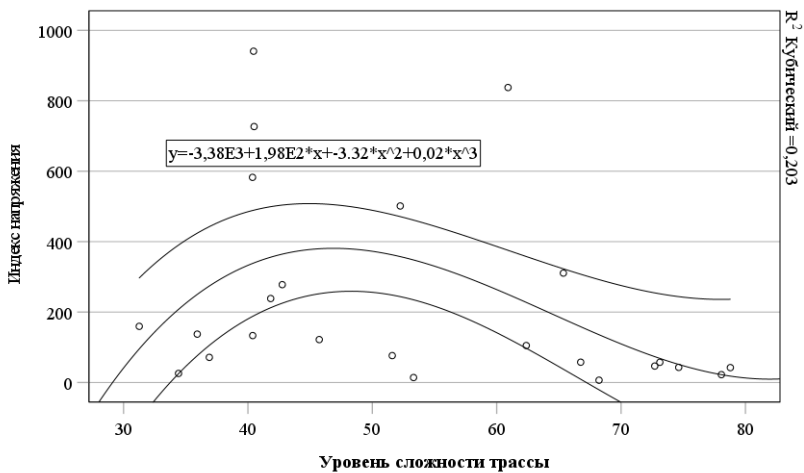
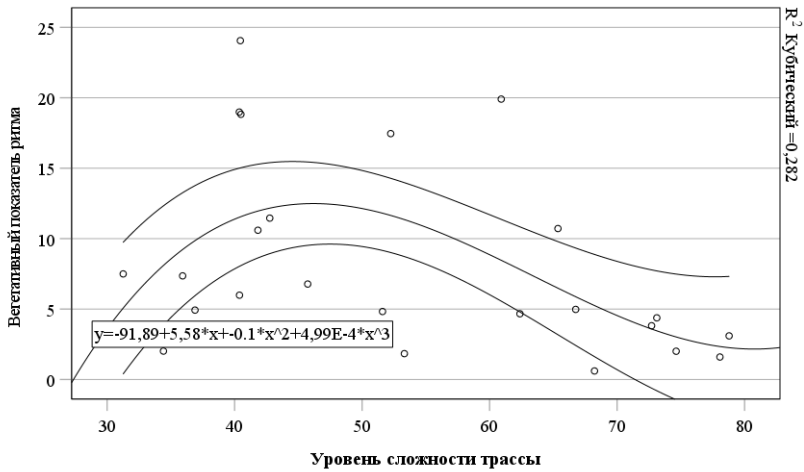
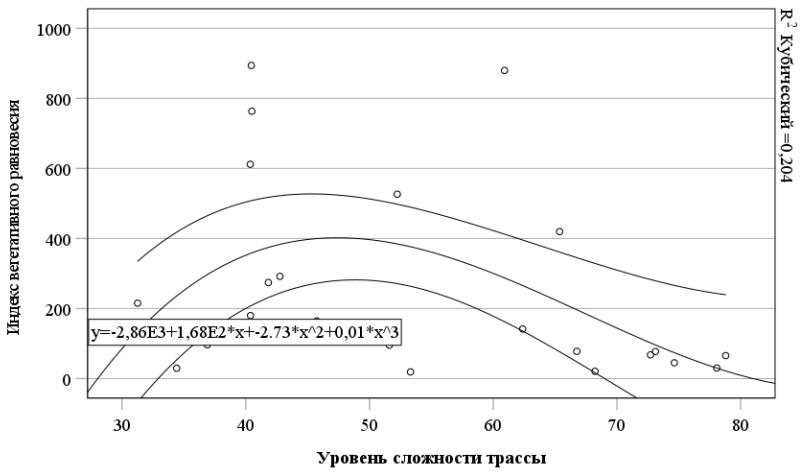
Значение сложности пролезаемой трассы по международной системе соответствует шкале IRCRA по следующим градациям: 6A – 40 баллов, 6B – 58 баллов, 6C – 76 баллов. Результаты занимающихся на каждой тренировке заносились в журнал текущего контроля, после чего производился расчет значений по формуле (1) и последующее усреднение показателя по каждому занимающемуся за месяц (всего 8 тренировок).

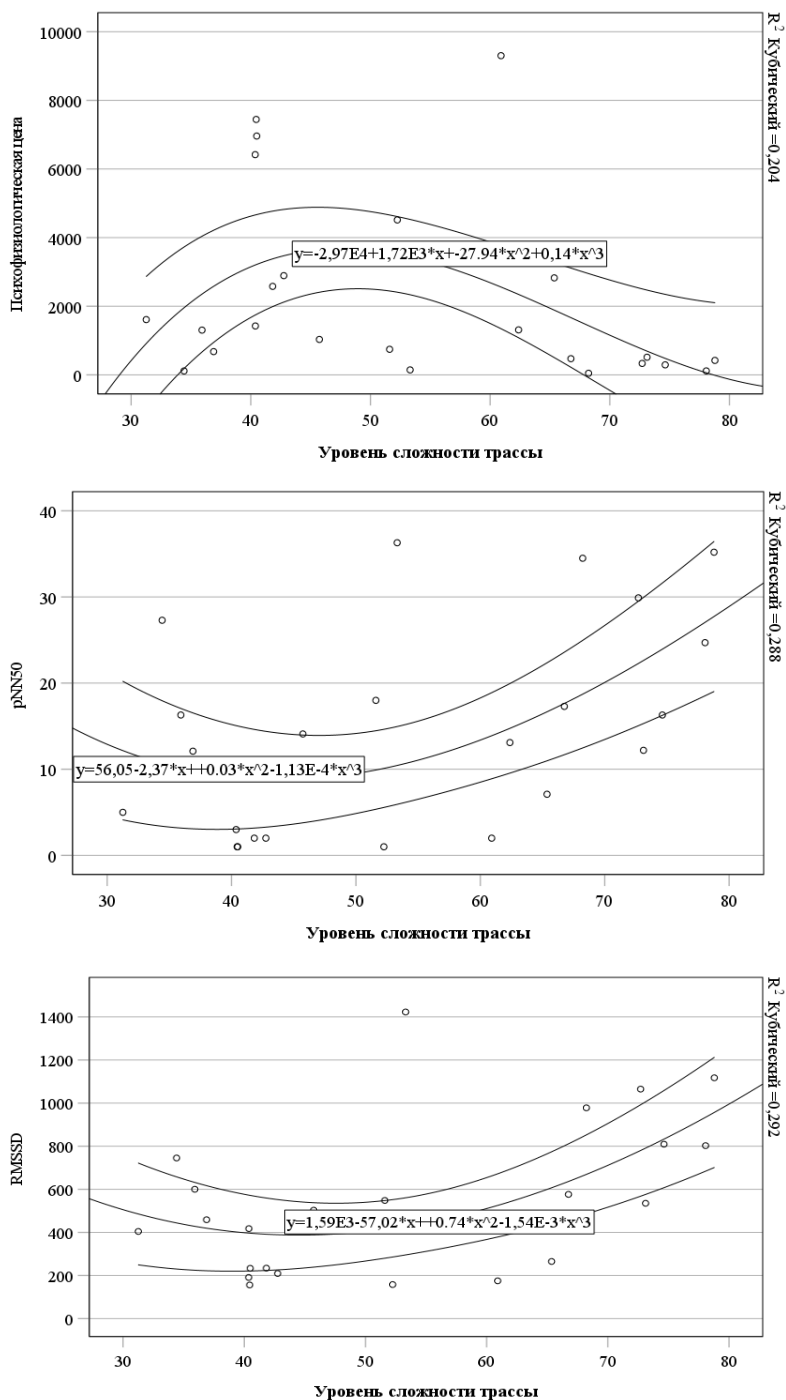
В исследовании приняли участие дети в возрасте 8–12 лет, находящиеся на спортивно-оздоровительном этапе подготовки, обоюбого пола в количестве 24 человек. Исследование проводилось в сентябре 2021 года, в Санкт-Петербурге, на базе подростково-молодежного клуба «Спасатель». Занятия проводились на искусственном рельефе – скалодроме.

Результаты исследования и обсуждение.

Для анализа связи между показателями функционального состояния и специальной подготовленности применялся непараметрический критерий корреляции ро-Спирмена, в связи с тем, что оба показателя были измерены в количественной размерности. В результате использования критерия достоверно установлено: индекс вегетативного равновесия при увеличении сложности пролезаемых трасс снижается на среднем уровне,  $\rho = -0,44$ ,  $p = 0,03$ ; вегетативный показатель ритма при увеличении сложности пролезаемых трасс снижается на среднем уровне,  $\rho = -0,5$ ,  $p = 0,013$ ; индекс напряжения при увеличении сложности пролезаемых трасс снижается на среднем уровне,  $\rho = -0,47$ ,  $p = 0,02$ ; психофизиологическая цена при увеличении сложности пролезаемых трасс снижается на среднем уровне,  $\rho = -0,42$ ,  $p = 0,039$ ; pNN50 при увеличении сложности пролезаемых трасс увеличивается на среднем уровне,  $\rho = 0,44$ ,  $p = 0,032$ ; RMSSD при увеличении сложности пролезаемых трасс увеличивается на среднем уровне,  $\rho = 0,47$ ,  $p = 0,019$ .

Наглядно полученный результат виден на рисунках 1–6 с указанием линии аппроксимации с использованием кубического коэффициента детерминации, значение которого достигало не менее 20 % влияния для каждой связи.





Рисунки 1–6. Связь между показателями функционального состояния и сложностью проходимых трасс.

Группа показателей ВСП отражающих соотношение симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (рисунки 1–4) говорит о возрастании значения вегетативного напряжения у спортсменов при прохождении боулдеринговых трасс 6А категории трудности по сравнению с менее и более сложными трассами. Влияние уровня сложности трасс на преобладание симпатического отдела нервной системы достигает от 20 % до 28 %.

При увеличении сложности пролезаемых боулдеринговых трасс (от 6А к 6С) наблюдается последовательное возрастание показателей вариабельности ритма сердца (рNN50, RMSSD) указывающих на возрастание уровня функциональных резервов ритма сердца в плане поддержания адекватной гемодинамики. Влияние уровня сложности трасс на возрастание функциональных резервов ритма сердца достигает 28–29 %.

Значение доверительного интервала, между рассматриваемыми категориями трасс, не пересекается, что подтверждает достоверность полученного результата.

#### Выводы.

На основании полученных результатов можно утверждать, что при лазании на простых трассах (ниже 6А по международной классификации) не наблюдается выраженных напряжений регуляторных систем организма. Простое лазание не вызывает чувства тревоги у занимающихся, не предъявляет требований к координационным способностям и не требует значительных физических усилий.

При росте специфических физических нагрузок в скалолазании (уровень трасс 6А-6В) спортсмены сталкиваются с физическими усилиями требующих развития координационных и физических возможностей, несравнимых с предыдущим уровнем (трассы 5А-5С). Также этот уровень предполагает большее психологическое напряжение.

При дальнейшем усложнении специфических нагрузок в скалолазании (уровень трасс 6С) наблюдается адаптация занимающихся к предъявляемым психофизическим усилиям. Предположительно наблюдается адаптация к нагрузкам на уровне развития специфических мышечных групп, а также отсутствие выраженной реакции тревоги. Постепенное возрастание значения функционального резерва ритма сердца должно свидетельствовать, по нашему мнению, об адаптации мышц рук по типу развития дыхательных способностей, к важнейшим из которых относятся возрастание значения капилляризации тканей, роста числа митохондрий и увеличение миоглобина в мышечных волокнах выполняющих специфическую работу в скалолазании.

Полученные результаты говорят о необходимости включения в программы подготовки на начальных этапах упражнений направленных на развитие медленных мышечных волокон и увеличение дыхательных способностей быстрых окислительных и быстрых гликолитических волокон, а также на увеличение капилляризации ткани мышц рук. При условии развития способностей мышц к усвоению кислорода и уве-

личению значения порога анаэробного обмена возможно снижение дисбаланса в росте ЧСС при специфической нагрузке в скалолазании и, как следствие, сокращение времени, затрачиваемого на адаптацию к сложным трассам на начальном этапе подготовки в скалолазании.

### Список литературы

1. Критерии оценки категорий сложности тренировочных и соревновательных трасс в скалолазании / А. В. Шувалов [и др.] // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2020. № 4. С. 517–521.
2. Сравнительная характеристика состояния костно-мышечной и вегетативной нервной систем скалолазов детского и подросткового возраста в зависимости от уровня спортивного мастерства / Е. С. Антропов [и др.] // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2016. № 4. С. 195–202.
3. A psychophysiological comparison of on-sight lead and top rope ascents in advanced rock climbers / S. Fryer [et al.] // Scandinavian journal of medicine and science in sports. 2013. Vol. 23, Iss. 5. P. 645–650.
4. Effect of an on-sight lead on the physiological and psychological responses to rock climbing / N. Draper [et al.] // Journal of sports science and medicine. 2008. Vol. 7, Iss. 4. P. 492–498.
5. Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers / V. Billat [et al.] // The Journal of sports medicine and physical fitness. 1995. Vol. 35, Iss. 1. P. 20–24.
6. Energy cost of sport rock climbing in elite performers / J. Booth [et al.] // British journal of sports medicine. 1999. Vol. 33, Iss. 1. P. 14–18.
7. Ferguson R. A., Brown M. D. Arterial blood pressure and forearm vascular conductance responses to sustained and rhythmic isometric exercise and arterial occlusion in trained rock climbers and untrained sedentary subjects // European journal of applied physiology and occupational physiology. 1997. Vol. 76. P. 174–180.
8. Geus de B., Villanueva O'Driscoll S., Meeusen R. Influence of climbing style on physiological responses during indoor rock climbing on routes with the same difficulty // European Journal of Applied Physiology. 2006. Vol. 98. P. 489–496.
9. Indoor climbing elicits plasma oxidative stress / J. Magalhães [et al.]. DOI 10.1249/mss.0b013e318038f728 // Medicine and science in sports and exercise. 2007. Vol. 39, Iss. 6. P. 955–963.
10. Phillips K. C., Sassaman J. M., Smoliga J. M. Optimizing rock climbing performance through sport-specific strength and conditioning // Strength & Conditioning Journal. 2012. Vol. 34, Iss. 3. P. 1–18.
11. Physiological and psychological responses to lead and top rope climbing for intermediate rock climbers / N. Draper [et al.] // European Journal of Sport Science. 2010. Vol. 10, Iss. 1. P. 13–20.
12. Physiological responses to indoor rock-climbing and their relationship to maximal cycle ergometry / A. W. Sheel [et al.] // Medicine & Science in Sports & Exercise. 2003. Vol. 35, Iss. 7. P. 1225–1231.
13. Watts P. B., Drobish K. M. Physiological responses to simulated rock climbing at different angles // Medicine and science in sports and exercise. 1998. Vol. 30, Iss. 7. P. 1118–1122.

### References

1. Shuvalov, A. V., Markelov, V. V., Baranova, T. I., & Khubbiyev, S. Z. (2020). Criteria for evaluating the difficulty categories of training and competition routes in rock climbing [Criteria for evaluating the difficulty categories of training and competition routes in rock climbing]. *Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta* [Scientific notes of the University named after P. F. Lesgafta], 4(182), 517–521. (In Russian).
2. Antropov, E. S., Cherkasova, V. G., Muravyev, S. V., & Krylova, I. V. (2016). Sravnitel'naya harakteristika sostoyaniya kostno-myshechnoj i vegetativnoj nervnoj sistem skalolazov detskogo



i подросткового возраста в зависимости от уровня спортивного мастерства [Comparative characteristics of the state musculoskeletal and autonomic nervous systems of climbers of childhood and adolescence, depending on level of sportsmanship]. *Pedagogiko-psihologicheskie i mediko-biologicheskie, fizicheskoy kul'tury i sporta* [Pedagogical, Psychological and Biomedical Problems of Physical Culture and Sports], 4, 195–202. (In Russian).

3. Fryer, S., Dickson, T., Draper, N., Blackwell, G., & Hillier, S. (2013). A psychophysiological comparison of on-sight lead and top rope ascents in advanced rock climbers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(5), 645–650.

4. Draper, N., Jones, G. A., Fryer, S., Hodgson, C., & Blackwell, G. (2008). Effect of an on-sight lead on the physiological and psychological responses to rock climbing. *Journal of sports science & medicine*, 7(4), 492.

5. Billat, V., Palleja, P., Charlaix, T., Rizzardo, P., & Janel, N. (1995). Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 35(1), 20–24.

6. Booth, J., Marino, F., Hill, C., & Gwinn, T. (1999). Energy cost of sport rock climbing in elite performers. *British journal of Sports Medicine*, 33(1), 14–18.

7. Ferguson, R. A., & Brown, M. D. (1997). Arterial blood pressure and forearm vascular conductance responses to sustained and rhythmic isometric exercise and arterial occlusion in trained rock climbers and untrained sedentary subjects. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 76, 174–180.

8. Geus de B., Villanueva O'Driscoll, S., & Meeusen, R. (2006). Influence of climbing style on physiological responses during indoor rock climbing on routes with the same difficulty. *European Journal of Applied Physiology*, 98, 489–496.

9. Magalhães J., Ferreira R., Marques F., Olivera E., Soares J., Ascensão A. (2007). Indoor climbing elicits plasma oxidative stress. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(6), 955–963.

10. Phillips, K. C., Sassaman, J. M., & Smoliga, J. M. (2012). Optimizing rock climbing performance through sport-specific strength and conditioning. *Strength & Conditioning Journal*, 34(3), 1–18.

11. Draper, N., Jones, G. A., Fryer, S., Hodgson, C. I., & Blackwell, G. (2010). Physiological and psychological responses to lead and top rope climbing for intermediate rock climbers. *European Journal of Sport Science*, 10(1), 13–20.

12. Sheel, A. W., Seddon, N., Knight, A., McKenzie, D. C., & Warburton, D. E. (2003). Physiological responses to indoor rock-climbing and their relationship to maximal cycle ergometry. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(7), 1225–1231.

13. Watts, P. B., & Drobish, K. M. (1998). Physiological responses to simulated rock climbing at different angles. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(7), 1118–1122.

#### Информация об авторах / Information about the authors

**Антон Валериевич Шувалов** – руководитель клубного формирования, Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение подростково-молодежный центр «Калининский»; parbaty@yandex.ru

**Олег Сергеевич Иванов** – кандидат медицинских наук, научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки НИИ промышленной и морской медицины Федерального медико-биологического агентства; sibivolga@yandex.ru

**Anton Valerievich Shuvalov** – head of the club formation, St. Petersburg State Budgetary Institution teenage and Youth center “Kalininsky”; parbaty@yandex.ru

**Oleg Sergeevich Ivanov** – Federal State Budgetary Scientific Institution “Research Institute of Industrial and Marine Medicine of the Federal Medical and Biological Agency”: Saint-Petersburg, Russia, RU; sibivolga@yandex.ru

*Рукопись поступила в редакцию / Received: 21.09.2023*

*Принята к публикации / Accepted: 20.10.2023*