

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ГЕМОДИНАМИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА (НА ПРИМЕРЕ ЛЫЖНЫХ ГОНОК)

А.В. Захарова, sport_tsp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8170-2316>
К.Р. Винокурова, kamilia_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2967-2655>
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

Аннотация. Цель: изучить гендерные особенности долговременной гемодинамической адаптации успешных лыжников-гонщиков. **Материалы и методы.** Гендерные особенности гемодинамической адаптации успешных в соревновательной деятельности лыжников-гонщиков мужского и женского пола в пяти возрастных группах (9–10 лет, 12, 15, 18 и 20 лет) выявлялись с помощью гемодинамического мониторинга. Анализировали ЧСС, ударный объем (УО, мл), конечно-диастолический индекс (КДИ, мл/м²) в активной ортостазе, а также систолическое артериальное давление (САД, мм рт. ст.). **Результаты.** Было установлено, что в возрасте 9–12 лет лыжницы-гонщицы превосходят юношей по гемодинамической адаптации, в 15 лет статистически значимых отличий не выявлено, гемодинамическое превосходство лыжников-гонщиков мужского пола начинается в возрасте старше 18 лет. При этом гемодинамическая адаптация по объемным параметрам сердца спортсменок женского пола завершается к 18 годам. КДИ у лыжников-гонщиков статистически значимо увеличивается до возраста 20 лет. Рост КДИ как у мужчин, так и у женщин происходит ступенчато-поступательно: сначала увеличивается КДИ_{лежа}, затем как результат адаптации к ортостазу – КДИ_{стоя}. **Заключение.** Выявленные гендерные особенности долговременной гемодинамической адаптации позволяют корректировать планирование подготовки спортсменов мужского и женского пола.

Ключевые слова: долговременная гемодинамическая адаптация, циклические виды спорта, лыжники-гонщики, гемодинамический мониторинг, объемные параметры сердца

Благодарности. Работа выполнена в рамках соглашения № 075-0110-47-4-01-92062-621 от 17.06.2024 г. (код шифр FEUZ–2023–0054).

Для цитирования: Захарова А.В., Винокурова К.Р. Гендерные особенности долговременной гемодинамической адаптации спортсменов циклических видов спорта (на примере лыжных гонок) // Человек. Спорт. Медицина. 2025. Т. 25, № 4. С. 16–22. DOI: 10.14529/hsm250402

Original article
DOI: 10.14529/hsm250402

GENDER DIFFERENCES IN LONG-TERM HEMODYNAMIC ADAPTATION AMONG CYCLIC SPORT ATHLETES

A.V. Zakharova, sport_tsp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8170-2316>
K.R. Vinokurova, kamilia_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2967-2655>
Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Abstract. Aim. This paper aims to identify the gender differences of long-term hemodynamic adaptation in successful cross-country skiers. **Materials and methods.** Gender differences in hemodynamic adaptation were identified in successful competitive cross-country skiers of both sexes, divided into five age groups (9–10; 12; 15; 18; and 20 years). Hemodynamic monitoring was used to assess the following parameters: heart rate (HR), stroke volume (SV, ml), end-diastolic index (EDI, ml/m²) during an active orthostatic test, and systolic blood pressure (SBP, mmHg). **Results.** Female cross-country skiers aged 9–12 years demonstrated superior hemodynamic adaptation compared to their male peers. No statistically significant differences were recorded in fifteen-year-old athletes. Hemodynamic superiority of male cross-country

skiers was first recorded after 18 years, whereas female athletes achieve hemodynamic adaptation in cardiac volumes by the age of 18. A statistically significant increase of EDI in male athletes was observed until the age of 20. In both male and female athletes, this increase occurs incrementally and progressively, starting with an increase in EDI_{supine}, followed by an increase in EDI_{standing} as a result of orthostatic adaptation. **Conclusions.** The observed gender differences in long-term hemodynamic adaptation can be used for the enhancement of training programs for both male and female athletes.

Keywords: long-term hemodynamic adaptation, cyclic sports, cross-country skiers, hemodynamic monitoring, cardiac volumes

Acknowledgements. This research was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Ural Federal University, State Assignment № 075-0110-47-4-01-92062-621 dd. 17.06.2024).

For citation: Zakharova A.V., Vinokurova K.R. Gender differences in long-term hemodynamic adaptation among cyclic sport athletes. *Human. Sport. Medicine.* 2025;25(4):16–22. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm250402

Введение. Спортсмены циклических видов спорта отличаются высоким уровнем как общей, так и специальной выносливости. Общая выносливость, значимость которой возрастает с увеличением времени преодоления соревновательной дистанции, обеспечивается физиологической адаптацией камер сердца, что в результате проявляется снижением частоты сердечных сокращения (ЧСС, уд./мин) у спортсменов в состоянии относительного покоя [4, 6, 7].

Долговременная гемодинамическая адаптация спортсменов в циклических видах спорта – это постепенное формирование физиологических изменений в соподчиненных системах организма (кардиореспираторной, системах кровообращения и нейрогуморальной регуляции) в онтогенезе спортсменов в результате длительной и многократной мобилизации функциональной системы в целесобразной тренировочной и соревновательной деятельности с преобладанием аэробных нагрузок.

Лыжные гонки – один из самых требовательных к высокому уровню выносливости видов спорта, предполагающий физиологически предельную по интенсивности физическую нагрузку на дистанциях разной длины с комбинированием работы верхней и нижней части тела на рельефной местности, в холодных погодных условиях и нередко на умеренной высоте [6, 8]. Физиологическая экстремальность лыжных гонок предопределила возможность рассмотрения адаптационных изменений гемодинамики у спортсменов циклических видов спорта на примере лыжников-гонщиков.

Известно, что одним из путей повышения спортивных результатов в видах спорта с вы-

сокими требованиями к выносливости является расширение функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы [1–3], основной формой которого является физиологическая гипертрофия сердца и, соответственно, увеличение ударного объема крови [3, 4, 7]. Способность увеличенных камер сердца к наполнению и сокращению обеспечивает высокую скорость постоянного окислительного метаболизма. Механизмы пластичности сердца в онтогенезе остаются неясными, но, вероятно, могут быть связаны с генетическими факторами, а также с длительностью, направленностью, интенсивностью тренировок, полом спортсменов и возрастом начала спортивных тренировок.

Если адаптация к нагрузкам циклического характера достаточно полно изучена, то гендерные отличия гемодинамических изменений спортсменов в онтогенезе остаются за пределами внимания ученых.

Цель – изучить гендерные особенности долговременной гемодинамической адаптации успешных лыжников-гонщиков.

Материалы и методы. Исследование было проведено на базе лаборатории «Функциональных тестирований и комплексного контроля в спорте» Института физической культуры, спорта и молодежной политики ФГАОУ ВО УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (Екатеринбург) в период 2014–2024 гг. и Инновационного центра Олимпийского комитета России (Москва) в 2024 г. Для выявления возрастных закономерностей формирования адаптационных гемодинамических изменений спортсменов женского и мужского пола, занимающихся лыжными гонками, использовали антропометрию, гемодинамический мониторинг в активной ортоста-

тической пробе с последующей статистической обработкой данных. В выборку успешных лыжников-гонщиков женского ($n = 122$) и мужского ($n = 161$) полов вошли: в детском и подростковом возрасте (9–15 лет) – участники заключительных этапов всероссийских соревнований, призеры региональных и всероссийских соревнований по лыжным гонкам; в возрасте 18 лет и 20 лет – представители региональных сборных, кандидаты в списочный состав национальной сборной по лыжным гонкам.

С целью оценки возрастных особенностей гемодинамической адаптации были сформированы 5 возрастных групп из числа участников исследования: 9–10 лет – юные спортсмены этапа начальной подготовки (17 юношей и 12 девушек); 12 лет – начало тренировочного этапа (19 юношей и 15 девушек); 15 лет – лыжники-гонщики (55 юношей и 37 девушек) на этапе углубленной спортивной специализации; 18 лет – возраст старших юношей и девушек в лыжных гонках (34 юноши и 30 девушек), по спортивной квалификации – кандидаты в мастера спорта, 20 лет – высококвалифицированные успешные спортсмены (36 юношей и 33 девушки), абсолютное большинство которых – мастера спорта.

На момент проведения исследования каждый спортсмен был допущен к соревновательной и тренировочной деятельности по результатам ежегодного углубленного медицинского обследования в соответствии с Приказом Минздрава РФ 1144н от 03.12.2020 г. Все исследуемые лица были проинформированы о целях и задачах комплексных тестирований, детально проинструктированы о методиках и необходимых условиях подготовки к исследованиям, осведомлены о возможных рисках, перед тем как у них или их официальных представителей было получено добровольное информированное согласие на участие в исследовании и дальнейшую обработку результатов в научных целях. Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинской декларации Всемирной организации здравоохранения 2013 года. В соответствии с требованиями ВОЗ и международными стандартами АСС/АНА лаборатория была оснащена дефибриллятором Zoll AED Pro (Zoll, США) для оказания первой доврачебной помощи исследуемым в случае возникновения необходимости.

Антропометрические измерения включали определение длины и массы тела для

расчета площади поверхности тела по формуле Дюбуа, обхвата шеи и грудной клетки на уровне мечевидного отростка для повышения точности расчета гемодинамических параметров спортсменов.

Исследование *гемодинамического* статуса проводилось в ортопробе методом тетраполярной кардиореографии с использованием аппарата для гемодинамического мониторинга «Микролюкс» (Челябинск, Россия). Гендерные особенности долговременной гемодинамической адаптации рассматривали по следующим показателям: конечно-диастолический индекс (КДИ, мл/м²), ЧСС, уд./мин, ударный объем (УО, мл) в двух стабильных положениях лежа и в ортостазе, а также систолическое артериальное давление САД, мм рт. ст. Выбор параметров для контроля гемодинамической адаптации спортсменов был обоснован следующим образом: обязательный учет антропометрии в спортивной деятельности определил КДИ как информативный показатель достаточности объема сердца для спортсмена в соответствии с его антропометрическими параметрами, ЧСС как доступный показатель в контроле и самоконтроле спортсменов, УО как наиболее популярный показатель в исследованиях по выносливости и функционированию сердечно-сосудистой системы у спортсменов. Артериальное давление заинтересовало нас в связи с ростом встречаемости гипертонии у спортсменов молодого возраста.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием пакета программ Excel (Microsoft Office 2019). Для описания параметров в группах рассчитывали средние значения анализируемых параметров (M), стандартное отклонение (SD), минимальные (min) и максимальные (max) значения, а также коэффициент вариации (CV). Анализировали нормальность распределения и однородности дисперсий признаков в выборках. Сопоставление гемодинамических параметров проводили по критерию Стьюдента для независимых выборок, при $p < 0,05$ различия считали статистически значимыми.

Результаты и обсуждение. Полученные данные гемодинамического обследования (см. рисунок) наглядно отражают особенности формирования гемодинамических изменений лыжников-гонщиков.

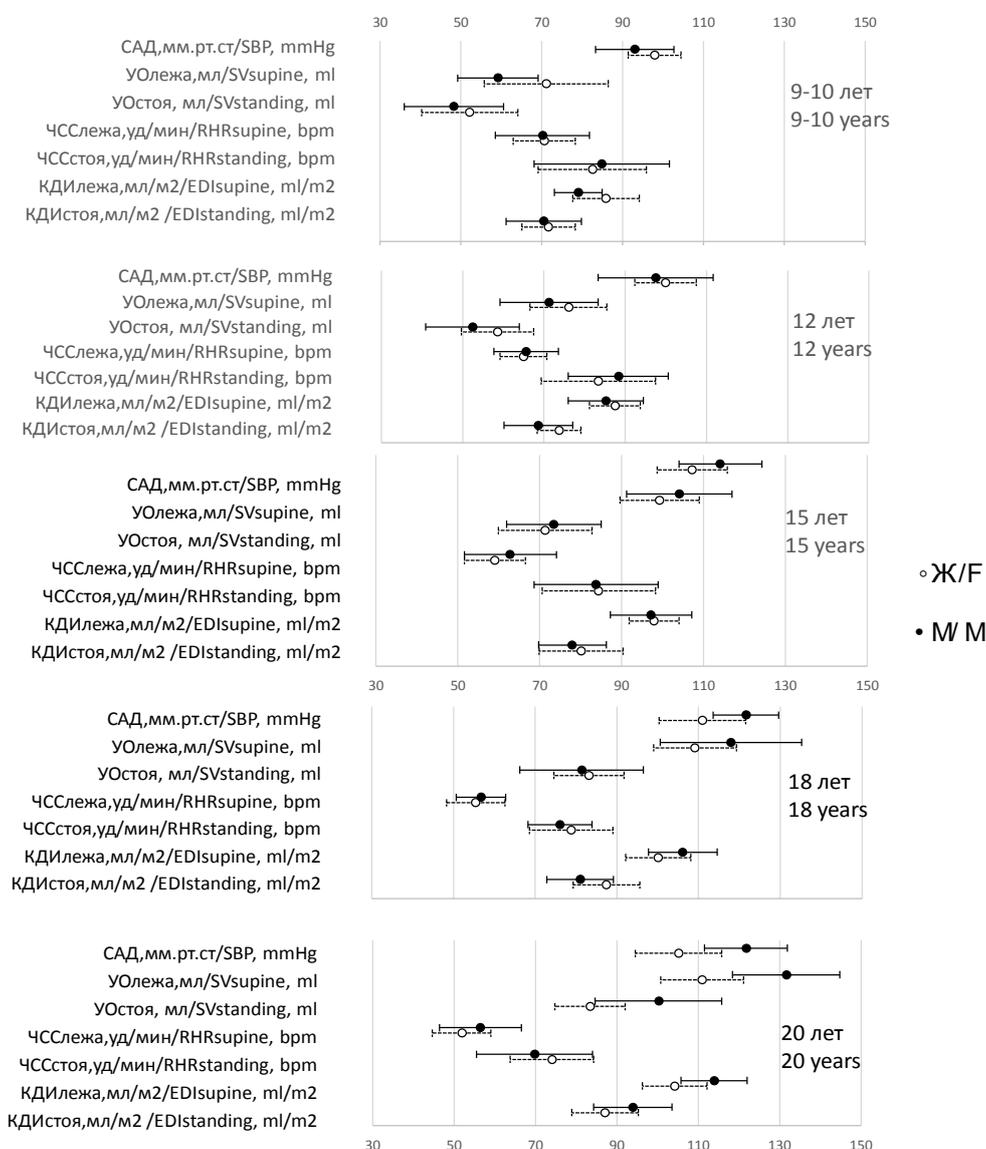
Форма представления статистических данных гемодинамического мониторинга (см. рисунок) позволяет выявить (1) возрастную динамику отдельного показателя, двигаясь

сверху вниз, (2) изменения гемодинамических параметров при вертикализации, сравнивая средние значения показателя в положениях лежа и стоя, и (3) собственно гендерные различия по средним значениям и стандартному отклонению у спортсменов мужского и женского пола одного возраста.

Так, в возрасте 9–10 лет статистически значимые различия между юношами и девушками, занимающимися лыжными гонками, не были выявлены по большинству рассматриваемых гемодинамических параметров, за исключением абсолютного ударного объема сердца ($p = 0,02$) и связанного с ним относительного показателя КДИ ($p = 0,02$) в положении лежа. При этом в положении стоя значи-

мых различий КДИ у мальчиков и девочек нет ($p = 0,76$) (см. рисунок). Необходимо отметить, что на этапе начальной подготовки девочки опережают мальчиков по объемным гемодинамическим параметрам как абсолютным, так и относительным.

В 12 лет (первый год этапа начальной специализации) девушки обладают более выгодным гемодинамическим состоянием по всем анализируемым показателям и их изменениям при вертикализации (см. рисунок). При этом большинство показателей варьируется в широком диапазоне: коэффициент вариации $УО_{стоя} CV = 0,22$, $УО_{лежа}$ и ЧСС лежа $CV = 0,17$, $CV = 0,14$ для САД, что в совокупности свидетельствует о неоднородности



Гендерные особенности долговременной гемодинамической адаптации лыжников-гонщиков
 Gender differences in long-term hemodynamic adaptation among cross-country skiers

группы юношей 12 лет по гемодинамическому состоянию. Потенциально это обусловлено разным временем начала физиологических подростковых изменений у юношей, что требует внимания к спортсменам данного возраста в тренировочном процессе, контроля и корректировки запланированной нагрузки, особенно по интенсивности.

В 15 лет ключевой показатель гемодинамической адаптации для успешности в спорте КДИ_{стоя}, так же как и большинство рассматриваемых гемодинамических показателей статистически, не отличается в группах лыжниц и юношей-лыжников.

В период 12–15 лет у лыжниц-гонщиц происходит значительное увеличение объемных гемодинамических параметров: УО на 30 % в положении лежа и на 21,8 % – в ортостазе, КДИ_{лежа} увеличивается на 12 %, а КДИ_{стоя} – на 9 %. Разница в процентных изменениях гемодинамических показателей в положении лежа (30 и 12 %) демонстрирует необходимость учета антропометрических показателей в анализе гемодинамической адаптации спортсменов. Кроме того, именно в возрасте 15 лет у девушек снижение КДИ при вертикализации – максимальное и составляет 17,84 %, что объясняется недостаточной адаптацией сердечно-сосудистой системы к интенсивному росту (в период 12–15 лет отмечается статистически значимое увеличение площади поверхности тела у лыжниц-гонщиц с $1,38 \pm 0,1$ до $1,62 \pm 0,11$ м²) и физической нагрузке. Период полового созревания характеризуется напряжением деятельности гуморальных и гормональных механизмов, что ведет к перестройке функционирования всех систем и ограничению адаптационных возможностей подростков к внешним и внутренним факторам [5].

В 18 лет основные гендерные отличия, представленные превосходством гемодинамического состояния мужчин, а именно статистически значимо большими показателями УО_{лежа} и КДИ_{лежа}, становятся менее заметными при переходе в вертикальное положение: УО у лыжников-гонщиков мужского и женского пола в положении стоя не имеет статистически значимых различий, при этом стандартное отклонение УО_{стоя} у мужчин значительно больше ($CV = 0,11$). КДИ_{лежа} у мужчин статистически значимо превосходит КДИ_{лежа} лыжниц-гонщиц ($p = 0,01$), однако девушки-лыжницы в среднем обладают более высоким

значением КДИ_{стоя} благодаря меньшим показателям антропометрии и связанной с этим лучшей адаптацией к ортостазу (см. рисунок).

Период 20 лет характеризуется высокими показателями гемодинамического состояния у лыжников-гонщиков мужского пола. Все анализируемые гемодинамические показатели мужчин статистически значимо отличаются от женских, за исключением ЧСС. При этом отмечается большой разброс значений всех абсолютных показателей у мужчин.

Выявленные у лыжниц-гонщиц гемодинамические адаптационные изменения обеспечивают экономизацию функции сердца в покое: урежение ЧСС и сдвиг систолического артериального давления к нижним границам нормы. Вместе с тем у лыжников-гонщиков 20 лет отмечается экономизация функции по давлению, которая выражена слабее.

По нашему мнению, ключевым параметром гемодинамической адаптации спортсменов является КДИ. Общая тенденция, свойственная как спортсменам мужского пола, так и женского, – ступенчатое повышение КДИ: сначала повышается КДИ_{лежа}, затем КДИ_{стоя}. КДИ_{лежа} у девушек после 15 лет увеличивается незначительно, совершенствование гемодинамического состояния происходит за счет адаптации к вертикальному положению к 18 годам. При этом у лыжников-гонщиков объемные гемодинамические параметры как абсолютные, так и относительные после фазы интенсивного увеличения в период 12–15 лет продолжают статистически значимый рост по мере взросления. На практике спорта это означает, что если девушки до 18 лет не достигли спортивной успешности в видах спорта на выносливость, то прогнозировать ее рост сложно. Мужчины же, занимающиеся лыжными гонками, могут достигать высокой функциональной подготовленности, которую фундаментально обеспечивают объемные гемодинамические показатели [5], и после 20 лет.

Выявлены гендерные и возрастные изменения одноименных гемодинамических параметров в активной ортопробе (в положениях лежа и стоя), неодновременность и неравномерность динамики гемодинамической адаптации у спортсменов мужского и женского полов, что согласуется с явлениями неравномерности гетерохронности адаптационных изменений, изученных академиком П.К. Анохиным в концепции системогенеза, согласно

которой последовательность разворачивающихся в организме перестроек выстраивается таким образом, чтобы удовлетворять меняющимся по ходу адаптации потребностям организма.

Несмотря на сложные адаптивные взаимодействия гемодинамических параметров, нацеленность тренировочного процесса в циклических видах спорта должна быть направлена на повышение общей выносливости. При этом целевой характер тренировочного процесса и требование к управляемости должны предусматривать контроль долговременной гемодинамической адаптации спортсменов циклических видов спорта для объективной оценки достаточности гемодинамической адаптации и определения продолжительности мезоциклов с направленностью на физиологическое увеличение объемов сердца.

Заключение. Проведенное исследование гендерных особенностей долговременной гемодинамической адаптации спортсменов циклических видов спорта методом импедансной кардиореографии позволило сформулировать следующие выводы:

1. По мере естественного роста и развития организма спортсменов на фоне регулярных тренировок в видах спорта с высокими требованиями к выносливости происходит долговременная гемодинамическая адаптация,

проявляющаяся увеличением как абсолютных объемных гемодинамических параметров, так и относительных, и экономизацией функционирования организма в состоянии относительного покоя.

2. Гемодинамическая адаптация лыжников-гонщиков проявляется в ступенчатопоступательном росте КДИ, при этом из-за дополнительных сложностей в адаптации растущего организма к ортостазу сначала увеличивается КДИ_{лежа}, затем КДИ_{стоя}. При выполнении функциональных нагрузок повышающейся мощности наблюдаются сложные адаптивные взаимоотношения кардиореспираторных параметров, проявляющиеся в многообразии различных вариантов реагирования.

3. Поступательное развитие относительного конечно-диастолического объема у девушек стабилизируется к 15–18 годам, тогда как у юношей конечно-диастолический индекс статистически значимо увеличивается до 20 лет.

4. Учет гендерных особенностей гемодинамической адаптации и контроль их в научно-методическом сопровождении спортсменов циклических видов спорта позволяют целенаправленно и обоснованно использовать физические нагрузки в тренировочном процессе в разные периоды онтогенеза и определять их эффективность по ожидаемой адаптации.

Список литературы

1. Адаптация кардиореспираторной системы спортсменов к двигательной деятельности / Ю.С. Ванюшин, Р.Р. Хайруллин, Д.Е. Елистратов и др. // Теория и практика физ. культуры. – 2020. – № 2. – С. 30–32.

2. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов: моногр. / З. Б. Белоцерковский. – М.: Совет. спорт, 2005. – 312 с.

3. Быков, Е.В. Выявление параметров функциональной подготовленности, сопряженных с высокой результативностью соревновательной деятельности у спортсменов циклических видов спорта / Е.В. Быков, О.В. Балберова, А.В. Чипышев. – DOI 10.14529/hsm21s205 // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – № S2. – С. 41–46.

4. Кардиогемодинамика и физическая работоспособность у спортсменов: сб. / авт.-сост. Р.А. Меркулова. – М.: Совет. спорт, 2012. – 186 с.

5. Сабирьянов А.Р. Особенности вариабельности сосудистого кровообращения детей младшего и среднего школьного возраста / А.Р. Сабирьянов, Е.С. Сабирьянова // Педиатрия. – 2005. – Т. 84, № 2. – С. 16–21.

6. Holmberg, H.-C. The elite cross-country skier provides unique insights into human exercise physiology / H.-C. Holmberg // Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. – 2015. – Vol. 25, Iss. 4. – P. 100–109. DOI: 10.1111/sms.12601

7. Joyner, M. J. Endurance exercise performance: the physiology of champions / M.J. Joyner, E.F. Coyle // The Journal of Physiology. – 2008. – Vol. 586, Iss. 1. – P. 35–44. DOI: 10.1113/jphysiol.2007.143834

8. Rusko, H. Training for cross country skiing / H. Rusko // Handbook of sports medicine and science. Cross country skiing / Ed. H. Rusko. – Oxford: Blackwell Science Ltd., 2003. – P. 62–100.

References

1. Vanyushin Yu.S., Khairullin R.R., Elistratov D.E. et al. [Adaptation of the Cardiorespiratory System of Athletes to Motor Activity]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Education], 2020, no. 2, pp. 30–32. (in Russ.)
2. Belotserkovsky Z.B. *Ergometricheskiye i kardiologicheskiye kriterii fizicheskoy rabotosposobnosti u sportsmenov: monografiya* [Ergometric and Cardiological Criteria of Physical Performance in Athletes. monograph]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2005. 312 p.
3. Bykov E.V., Balberova O.V., Chipyshev A.V. Identification of Functional Fitness Parameters Associated with High Competitive Performance in Athletes of Cyclic Sports. *Human. Sport. Medicine*, 2021, no. S2, pp. 41–46. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm21s205
4. Merkulova R.A. *Kardiogemodinamika i fizicheskaya rabotosposobnost' u sportsmenov: sbornik* [Cardiohemodynamics and Physical Performance in Athletes. Collection]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2012. 186 p.
5. Sabiryaynov A.R., Sabiryaynova E.S. [Features of Vascular Circulation Variability in Children of Primary and Middle School Sge]. *Pediatrics*, 2005, vol. 84, no. 2, pp. 16–21. (in Russ.)
6. Holmberg H.-C. The Elite Cross-country Skier Provides Unique Insights into Human Exercise Physiology. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 2015, vol. 25, iss. 4, pp. 100–109. DOI: 10.1111/sms.12601
7. Joyner M.J., Coyle E.F. Endurance Exercise Performance: The Physiology of Champions. *The Journal of Physiology*, 2008, vol. 586, iss. 1, pp. 35–44. DOI: 10.1113/jphysiol.2007.143834
8. Rusko H. Training for Cross Country Skiing. Handbook of Sports Medicine and Science. Cross Country Skiing. Oxford: Blackwell Science Ltd., 2003. pp. 62–100. DOI: 10.1002/9780470693834.ch3

Информация об авторах

Захарова Анна Валерьевна, кандидат педагогических наук, профессор, профессор кафедры физической культуры, старший научный сотрудник лаборатории функциональных тестирований и комплексного контроля в спорте, Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия.

Винокурова Камелия Рамазановна, доцент, кандидат медицинских наук, доцент кафедры сервиса и оздоровительных технологий, заведующий лабораторией функциональных тестирований и комплексного контроля в спорте, Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия.

Information about the authors

Anna V. Zakharova, Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Physical Education; Senior Researcher; Laboratory of Functional Testing and Comprehensive Control in Sports, Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia.

Kamiliya R. Vinokurova, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Service and Health Technologies, Head of the Laboratory of Functional Testing and Comprehensive Control in Sports, Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 02.07.2025

The article was submitted 02.07.2025