

МОДУЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАРДИОРЕСПИРАТОРНОГО СТАТУСА ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ВОДНЫМИ ВИДАМИ СПОРТА

Н.П. Петрушкина, 25ppnn@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0830-0206>

Е.В. Звягина, zv-aev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8808-1148>

Я.В. Латюшин, dokchel@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1968-2315>

Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия

Аннотация. Цель: на основе модульного подхода провести сравнительный анализ функционального состояния и резервных возможностей кардиореспираторной системы у подростков, занимающихся водным поло и плаванием, в сопоставлении с их нетренированными сверстниками. **Материал и методы.** Обследованы три группы подростков мужского пола (по 40 человек) в возрасте $13,7 \pm 1,23$ года: ватерполисты, пловцы на средние дистанции и школьники, занимающиеся физкультурой только в рамках программы. Применялся модульный подход: 1) модуль «Дыхание»; 2) модуль «Кровообращение»; 3) модуль «Интегральный кардиореспираторный функционал». **Результаты.** Установлено, что спортивные группы (водное поло и плавание) достоверно ($p < 0,05$) и одинаково превосходят группу нетренированных сверстников по всем изученным показателям: жизненная емкость легких, устойчивость к гипоксии, а также по показателям аэробной и анаэробной выносливости. При этом статистически значимых различий между спортивными группами по большинству параметров (за исключением тенденции к более высоким значениям анаэробной выносливости у ватерполистов) не выявлено. **Заключение.** Систематические тренировки в водных видах спорта приводят к выраженному и сходному повышению функциональных резервов кардиореспираторной системы у подростков, что отражает мощную аэробную адаптацию к среде. Незначительные различия между спортсменами могут быть обусловлены спецификой тренировочных нагрузок, в частности, у ватерполистов выше требования к гликолитическому компоненту выносливости. Исползованный комплекс методик информативен для скрининговой оценки и контроля в подготовительном периоде.

Ключевые слова: юные спортсмены, подростки, водное поло, плавание, кардиореспираторная система, функциональные резервы, проба Руфье, аэробная выносливость, анаэробная выносливость, гипоксическая устойчивость

Для цитирования: Петрушкина Н.П., Звягина Е.В., Латюшин Я.В. Модульная оценка кардиореспираторного статуса юных спортсменов, занимающихся водными видами спорта // Человек. Спорт. Медицина. 2026. Т. 26, № 1. С. 40–48. DOI: 10.14529/hsm260105

Original article
DOI: 10.14529/hsm260105

MODULAR ASSESSMENT OF THE CARDIORESPIRATORY STATUS OF YOUNG ATHLETES ENGAGED IN AQUATIC SPORTS

N.P. Petrushkina, 25ppnn@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0830-0206>

E.V. Zvyagina, zv-aev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8808-1148>

Y.V. Latushin, dokchel@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1968-2315>

Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, Russia

Abstract. Aim. Based on a modular approach, this study provides a comparative analysis of the functional status and reserve capabilities of the cardiorespiratory system in adolescent water polo athletes, swimmers, and their untrained peers. **Material and methods.** The study involved three groups of adolescent males ($n = 40$ per group; mean age 13.7 ± 1.23 years): water polo players, middle-distance swimmers, and school

children whose physical activity was limited to the standard curriculum. A modular approach was implemented in a three-stage structure of the study: Stage 1 – Respiration; Stage 2 – Circulation; Stage 3 – Integral cardiorespiratory performance. **Results.** Water polo players and swimmers demonstrated statistically significant ($p < 0.05$) superiority over their untrained peers in all the parameters under study: vital capacity, hypoxic resistance, and aerobic and anaerobic endurance. No statistically significant differences were observed between athletic groups for the majority of parameters, except for a tendency towards greater anaerobic endurance in water polo players. **Conclusion.** Systematic training in water sports leads to a pronounced and similar increase in the functional reserves of the cardiorespiratory system in adolescents, reflecting a powerful aerobic adaptation to the environment. Minor differences between the athletes may be explained by the specific nature of their training load. In particular, water polo places higher demands on the glycolytic component of endurance. The battery of methods used is informative for both screening assessment and monitoring during the preparatory training period.

Keywords: young athletes, adolescents, water polo, swimming, cardiorespiratory system, functional reserves, Ruffier test, aerobic endurance, anaerobic endurance, hypoxic resistance

For citation: Petrushkina N.P., Zvyagina E.V., Latushin Y.V. Modular assessment of the cardiorespiratory status of young athletes engaged in aquatic sports. *Human. Sport. Medicine*. 2026;26(1):40–48. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm260105

Введение. Актуальной проблемой спортивной науки остается комплексный подход к организации тренировок и сохранению здоровья юных спортсменов. В этом контексте важной задачей является сравнительный анализ функционального состояния кардиореспираторной системы подростков, специализирующихся в разных видах спорта, что значимо для теории адаптации, спортивного отбора и управления тренировочным процессом. Особый интерес представляет оценка физиологических резервов в условиях специфических нагрузок, например, в водных видах спорта (плавание (ПЛ), водное поло (ВП)), которые, имея сходную среду, предъявляют различные требования к энергообеспечению и моторному контролю [21, 22].

Несмотря на общую водную среду, формирующую специальные двигательные качества [10, 22], ПЛ и ВП контрастны по своей функциональной структуре. ПЛ – циклический вид с доминированием аэробного энергообмена. ВП – ациклический, игровой вид с интервальной нагрузкой, требующей переключения между аэробным и анаэробными механизмами энергообеспечения [13, 15–17].

Для сравнения столь разных видов необходим методологический подход, позволяющий провести комплексную, но дифференцированную оценку. Наиболее обоснованным представляется применение модульной схемы обследования, включающей раздельную оценку внешнего дыхания, кровообращения и интегральных показателей производительности [1, 5]. Данный подход был логическим

продолжением наших предыдущих исследований нейрофизиологической специфики юных ВП [6, 10].

Цель исследования – на основе модульного подхода провести сравнительный анализ функционального состояния и резервных возможностей кардиореспираторной системы у подростков, занимающихся ВП и ПЛ, в сопоставлении с их нетренированными сверстниками.

Материалы и методы исследования. Обследование выполнено в лаборатории кафедры физиологии УралГУФК. В исследовании участвовали 120 подростков мужского пола ($13,7 \pm 1,23$ года) основной группы здоровья со сходным уровнем биологического созревания. Критериями включения были отсутствие хронических заболеваний, регулярные занятия спортом (для ВП и ПЛ) не менее 3 лет. Сформированы три группы по 40 человек: ватерполисты (ВП), пловцы на средние дистанции (ПЛ) и школьники, занимающиеся физической культурой только на соответствующих уроках (ШК). Все участники и их законные представители подписали добровольное информированное согласие.

Комплексная оценка функционального состояния кардиореспираторной системы проводилась по трем модулям (утренние часы подготовительного периода).

Модуль «Дыхание» – устойчивость к гипоксии по времени задержки дыхания («Спиро-Спектр» (Нейрософт, Россия) [9].

Модуль «Кровообращение» – гемодинамические показатели для оценки адаптации и

скорости восстановления («Поли-Спектр» (Нейрософт, Россия) [9], тонометром Microlife BP A3 Basic (Швейцария).

Модуль «Интегральный кардиореспираторный функционал» – аэробная выносливость оценивалась с помощью 5-минутного степ-теста (высота ступеньки 33 см, темп 30 циклов/мин) с расчетом показателя ПАВ. Анаэробная выносливость (ПАНВ) оценивалась на велоэргометре в тесте продолжительностью 60 с с дозированием нагрузки относительно массы тела (4,0–4,5 Вт/кг для спортсменов и 3,5–4,0 Вт/кг для школьников) [2, 4]. Рассчитывался показатель эффективности расходования ресурсов (ПЭРР) [3].

Статистическая обработка включала расчёт описательной статистики ($M \pm m$) и преобразование количественных показателей в качественные градации («отличный» – «неудовлетворительный»). Межгрупповые различия оценивались с помощью t-критерия Стьюдента (для количественных ($t \geq 1,96$)) и точного критерия Фишера (для качественных ($F \geq 4,00$)) при уровне значимости $p < 0,05$ [12].

Результаты исследования и обсуждение. Согласно данным табл. 1, средние значения показателей модуля «Дыхание» не обнаружили статистически значимых различий между спортсменами. Сравнение с группой ШК выявило достоверные различия ($p < 0,001$). Так, ЖЕЛ у школьников ($2129,1 \pm 24,9 \text{ см}^3$)

была существенно ниже, чем у ватерполистов ($2872,6 \pm 55,1 \text{ см}^3$) и пловцов ($2844,2 \pm 53,3 \text{ см}^3$) (t от 12,1 до 18,7). Аналогичная картина наблюдалась для времени задержки дыхания.

Отсутствие достоверных различий по ЖЕЛ и времени задержки дыхания между ватерполистами и пловцами указывает на сходные адаптационные изменения в системе внешнего дыхания вследствие тренировок в водной среде. Повышенные показатели ЖЕЛ у спортсменов относительно школьников связаны с развитием дыхательной мускулатуры, необходимым для преодоления сопротивления воды [14]. Высокая устойчивость к гипоксии у обеих спортивных групп отражает адаптацию дыхательного центра, типичную для видов спорта с нырянием и циклическим дыханием [7, 11], и подтверждает выраженный тренировочный эффект.

Качественная оценка устойчивости к гипоксии (см. рисунок) показала преобладание «хороших» и «отличных» результатов у спортсменов при отсутствии «неудовлетворительных». В группе ШК преобладали «удовлетворительные» оценки, что достоверно отличалось от распределения в группах ВП и ПЛ ($F = 14,9\text{--}43,3$). Распределение оценок между самими спортивными группами было сходным ($F \leq 0,08$).

Данные модуля «Кровообращение» (табл. 2) показали, что в покое ЧСС у спортсменов

Таблица 1
Table 1

Показатели модуля «Дыхание»
Respiration module indicators

Группы Group		Показатели, средние значения, $\pm$ ошибка, $\pm$ сигма, максимальные и минимальные значения, значение критерия Стьюдента Variable, mean, $\pm$ error, $\pm$ sigma, minimum and maximum values, Student's t-test					
		Среднее Mean	$\pm$ ошибка $\pm$ error (m)	$\pm$ сигма $\pm$ sigma (σ)	Минимум Minimum (min)	Максимум Maximum (max)	t
		Жизненная емкость легких (ЖЕЛ, см^3) / Vital capacity (VC, см^3)					
ВП / WP	1	2872,61	55,07	348,31	2102,00	3652,00	$t_{1-2} = 0,37$
ПЛ / SW	2	2844,22	53,30	337,08	2100,00	3600,00	$t_{2-3} = 12,16$
ШК / SC	3	2129,11	24,87	157,30	1900,00	2600,00	$t_{1-3} = 12,30$
Устойчивость к гипоксии на вдохе (с) / Hypoxic tolerance on inhalation (s)							
ВП / WP	1	99,61	2,56	16,18	68,00	140,00	$t_{1-2} = 0,41$
ПЛ / SW	2	101,19	2,88	18,20	65,00	146,00	$t_{2-3} = 14,13$
ШК / SC	3	52,02	1,95	12,36	29,00	84,00	$t_{1-3} = 14,78$
Устойчивость к гипоксии на выдохе (с) / Hypoxic tolerance on exhalation (s)							
ВП / WP	1	31,87	0,76	5,17	22,00	45,00	$t_{1-2} = 0,64$
ПЛ / SW	2	32,66	0,84	5,84	22,00	48,00	$t_{2-3} = 17,51$
ШК / SC	3	14,84	0,41	2,70	10,00	22,00	$t_{1-3} = 18,48$

(ВП: $14,5 \pm 0,3$; ПЛ: $14,7 \pm 0,3$ уд./15 с) была достоверно ниже ($p < 0,001$), чем у школьников ($18,8 \pm 0,3$ уд./15 с).

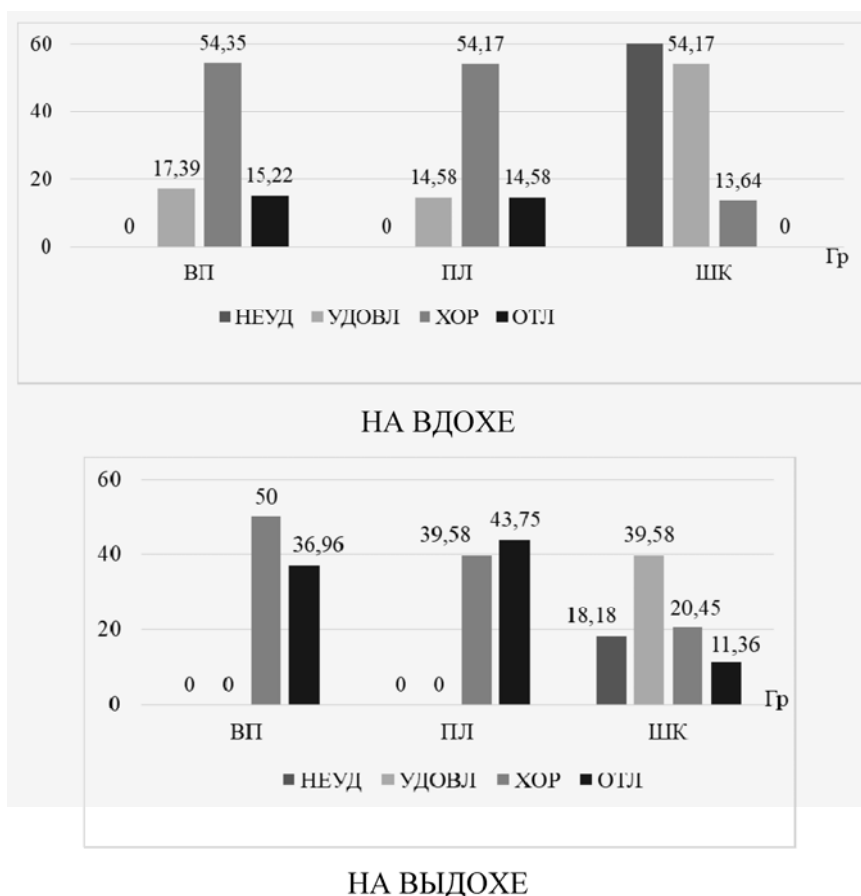
Сходные отличные значения индекса Руфье у ВП ($2,1 \pm 0,15$) и ПЛ ($2,2 \pm 0,14$) свидетельствуют о высокой функциональной экономизации сердечно-сосудистой системы [3]. В основе лежат адаптивная брадикардия покоя, умеренный прирост ЧСС при нагрузке и быстрое восстановление, обусловленные повышением парасимпатического тонуса и ударного объема сердца как следствия аэробных тренировок [8]. Эффективная регуляция сформирована и при интервальном характере водного поло, что подчеркивает значимость аэробного компонента в подготовке.

В группе ШК индекс был достоверно выше ($9,5 \pm 0,25$; $p < 0,001$), что отражает сниженные резервы: преобладание симпатических влияний, низкую экономичность работы сердца и замедленное восстановление, характерные для нетренированного организма. Данный результат соответствует «удовлетворительной» адаптации [16, 17, 21].

Анализ показателей АД подтвердил выраженные различия в гемодинамической реакции на нагрузку между группами. У спортсменов (ВП и ПЛ) зафиксирован оптимальный тип реакции: умеренный прирост САД (до 130 мм рт. ст.) при стабильном ДАД (66 мм рт. ст.) и его быстрое восстановление почти до исходных значений в течение 2 мин. Этот эффективный ответ отражает высокие адаптационные резервы и экономичную вегетативную регуляцию, что полностью согласуется с их «отличным» индексом Руфье (2,1–2,2) [2].

В отличие от них, у ШК наблюдался гипертонический тип реакции: избыточный прирост как САД (до 142,8 мм рт. ст.), так и ДАД (до 78,9 мм рт. ст.) с замедленным и неполным восстановлением. Это указывает на низкие функциональные резервы системы кровообращения и соответствует высокому индексу Руфье (9,5).

Таким образом, результаты демонстрируют статистически и физиологически значимые различия, подтверждающие формирова-



Распределение подростков по результатам выполнения тестов
на устойчивость к гипоксии, %
Distribution of adolescents by performance on hypoxia resistance tests, %

ние мощной адаптации сердечно-сосудистой системы у тренированных подростков независимо от спортивной специализации.

Анализ интегральных показателей (табл. 3) подтвердил, что спортсмены достоверно превосходят школьников по аэробной (ПАВ) и анаэробной (ПАНВ) выносливости, а также по ПЭРР ($p < 0,001$).

Между ВП и ПЛ не выявлено различий

в ПЭРР и ПАВ, что подчеркивает схожую степень адаптации кислородтранспортных систем и утилизации энергии. По показателю ПАНВ отмечена тенденция к более высоким значениям в группе ВП ($0,70 \pm 0,02$ против $0,64 \pm 0,03$ у ПЛ; $p = 0,09$), что может отражать специфику ВП, требующего повторения кратковременных усилий максимальной мощности (броски, рывки, борьба), что предъяв-

Таблица 2
Table 2

Показатели модуля «Кровообращение»
Circulation module indicators

Группы Group		Показатели, средние значения Indicator, mean	± ошибка (m) ± error (m)	± сигма (σ) ± sigma (σ)	Минимум Minimum (min)	Максимум Maximum (max)	t
ЧСС покоя (P1, уд./15 с) / Resting heart rate (P1, beats/15 s)							
ВП / WP	1	14,5	0,32	1,9	11,0	18,0	t ₁₋₂ = 0,31 t ₂₋₃ = 10,40 t ₁₋₃ = 9,92
ПЛ / SW	2	14,7	0,31	1,9	12,0	19,0	
ШК / SC	3	18,8	0,31	1,9	15,0	23,0	
ЧСС после нагрузки (P2, уд./15 с) / Post-exercise heart rate (P2, beats/15 s)							
ВП / WP	1	20,1	0,42	2,5	16,0	25,0	t ₁₋₂ = 0,54 t ₂₋₃ = 13,71 t ₁₋₃ = 13,17
ПЛ / SW	2	20,4	0,44	2,5	17,0	26,0	
ШК / SC	3	27,5	0,41	2,5	23,0	33,0	
ЧСС восстановления (P3, уд./15 с) / Recovery heart rate (P3, beats/15 s)							
ВП / WP	1	15,2	0,30	1,9	12,0	19,0	t ₁₋₂ = 0,70 t ₂₋₃ = 13,89 t ₁₋₃ = 13,19
ПЛ / SW	2	15,5	0,31	1,9	13,0	20,0	
ШК / SC	3	21,0	0,32	1,9	18,0	25,0	
Индекс Руфье (ИР, н. е.) / Ruffier Index (RI, arb. units.)							
ВП / WP	1	2,1	0,15	0,95	0,5	4,0	t ₁₋₂ = 0,49 t ₂₋₃ = 25,38 t ₁₋₃ = 25,48
ПЛ / SW	2	2,2	0,14	0,89	0,8	4,2	
ШК / SC	3	9,5	0,25	1,58	6,5	13,0	

Таблица 3
Table 3

Показатели модуля «Интегральный кардиореспираторный функционал»
Integral cardiorespiratory performance module

Группы Group		Показатели, средние значения, ± ошибка, ± сигма, максимальные и минимальные значения, значение критерия Стьюдента Variable, mean, ±error, ±sigma, minimum and maximum values, Student's t-test					
		Среднее Mean	± ошибка ± error (m)	± сигма ± sigma (σ)	Минимум Minimum (min)	Максимум Maximum (max)	t
Показатель эффективности расходования энергетических ресурсов (ПЭРР) (н. е.) Energy Expenditure Efficiency Index (EEEEI) (arb. units)							
ВП / WP	1	0,61	0,03	0,18	0,22	1,00	$t_{1-2} = 0,00$ $t_{2-3} = 9,77$ $t_{1-3} = 8,74$
ПЛ / SW	2	0,61	0,02	0,15	0,29	0,94	
ШК / SC	3	0,31	0,02	0,13	0,14	0,71	
Показатель аэробной выносливости (н. е.) / Aerobic Endurance Index (arb. units)							
ВП / WP	1	0,61	0,03	0,16	0,19	0,91	$t_{1-2} = 0,00$ $t_{2-3} = 10,89$ $t_{1-3} = 10,65$
ПЛ / SW	2	0,61	0,02	0,18	0,28	0,98	
ШК / SC	3	0,30	0,01	0,09	0,13	0,52	
Показатель анаэробной выносливости (н. е.) / Anaerobic Endurance Index (arb. units)							
ВП / WP	1	0,70	0,02	0,14	0,38	1,00	$t_{1-2} = 1,68$ $t_{2-3} = 9,36$ $t_{1-3} = 12,72$
ПЛ / SW	2	0,64	0,03	0,18	0,20	0,99	
ШК / SC	3	0,31	0,01	0,13	0,12	0,72	

ляет повышенные требования к мощности и емкости гликолитического пути энергообеспечения [17–20].

Заключение. Проведенное исследование подтверждает, что систематические тренировки в водных видах спорта служат мощным адаптогенным фактором, существенно повышающим функциональные резервы кардиореспираторной системы подростков. Установлено достоверное превосходство юных спортсменов над нетренированными сверстниками по ключевым показателям. Модульный подход выявил как сходства (общая базовая адаптация к водной среде), так и специализиро-

ванные особенности адаптации: тенденцию к более высокой анаэробной выносливости у ватерполистов и выраженную аэробную адаптацию у пловцов. Полученные данные подтверждают диагностическую ценность стандартизированных функциональных проб для спортивного отбора и контроля. К ограничениям исследования можно отнести использование расчетных, а не прямых методов оценки аэробной мощности (VO_2max). Перспективным направлением является изучение взаимосвязи выявленных показателей с соревновательной результативностью и морфофункциональными характеристиками миокарда.

Список литературы

1. Богданова, Т.А. Методы оценки физической подготовленности у детей и подростков / Т.А. Богданова, И.В. Яткин // Гуманитар. науч. журнал. – 2025. – № 6-1. – С. 401–405.
2. Ванюшин, Ю.С. Роль и значение компонентов кардиореспираторной системы спортсменов при адаптации к функциональным нагрузкам / Ю.С. Ванюшин, Н.А. Федоров, Г.К. Хузина // Пед.-психол. и мед.-биол. проблемы физ. культуры и спорта. – 2021. – Т. 16, № 2. – С. 101–105. DOI: 10.14526/2070-4798-2021-16-2-101-105
3. Возрастная динамика показателей Вингейт-теста у юных спортсменов / К.Р. Мехдиева, А.В. Захарова, М.А. Владельщикова, В.Э. Тимохина // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № 3. – С. 97–103. DOI: 10.14529/hsm200311
4. Гравицкая, Е.Г. Влияние пубертатных процессов на изменение мышечной выносливости подростков / Е.Г. Гравицкая // Евразийское научное объединение. – 2020. – № 5-3 (63). – С. 197–199. DOI: 10.5281/zenodo.3887151
5. Давыдов, В.Ю. Морфологические показатели спортсменов разной квалификации, занимающихся плаванием и водным поло / В.Ю. Давыдов, В.В. Клинов // Мир спорта. – 2023. – № 3 (92). – С. 62–65.
6. Звягина, Е.В. Нейрофункциональный статус юных спортсменов (игровые виды спорта) / Е.В. Звягина, Н.П. Петрушкина, Я.В. Латюшин // Человек. Спорт. Медицина. – 2025. – Т. 25, № S1. – С. 23–31. DOI: 10.14529/hsm258103
7. Ивченко, Е.В. Развитие скоростно-силовых способностей подвижных нападающих в водном поло / Е.В. Ивченко, Е.А. Ивченко, С.С. Сидоров // Соврем. пед. образование. – 2024. – № 11. – С. 634–637.
8. Макаров, Л.М. Параметры изменения показателей реполяризации миокарда у юных элитных спортсменов при проведении велоэргометрии / Л.М. Макаров, Н.Н. Федина, В.Н. Комолтова // Медицина экстремал. ситуаций. – 2015. – № 2 (52). – С. 26–32.
9. Нейрософт. Психофизиология. НС-Психометр. – <https://neurosoft.com/ru/catalog/psycho/expert> (дата обращения: 23.11.2025).
10. Петрушкина, Н.П. Особенности физического развития подростков, занимающихся водными видами спорта / Н.П. Петрушкина, Е.В. Звягина, Я.В. Латюшин // Человек. Спорт. Медицина. – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 65–73. DOI: 10.14529/hsm240108
11. Печерских, Е.С. Влияние игрового метода на развитие общей выносливости у пловцов 14–15 лет / Е.С. Печерских // Флагман науки. – 2025. – № 7 (30). – С. 426–427.
12. Плохинский, Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 268 с.
13. Развитие выносливости у подростков на начальном этапе спортивной подготовки / С.А. Носов, А.Е. Насонов, С.Н. Баркалов, И.Д. Петров // Обзор пед. исследований. – 2022. – Т. 4, № 5. – С. 14–17.
14. Сабралиева, Т.М. Особенности дыхательной системы подростков 14–15 лет, занимающихся плаванием / Т.М. Сабралиева, М.Т. Сейткажиев, Д.К. Джамангулов // Вестник Кыргызского гос. ун-та им. И. Арабаева. – 2020. – № 2. – С. 151–155. DOI: 10.33514/1694-7851-2020-2-151-155

15. Селитреникова, Т.А. Обоснование применения средств развития общей выносливости у подростков с заболеваниями сердечно-сосудистой системы / Т.А. Селитреникова // Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта. – 2024. – № 10 (236). – С. 242–247.

16. Смыслов, А.П. Относительные показатели выносливости подростков с заболеваниями сердечно-сосудистой системы / А.П. Смыслов // Культура физическая и здоровье. – 2019. – № 1 (69). – С. 87–91.

17. Фероян, Э.В. Использование критерия «Анаэробный порог» для развития выносливости пловцов-стайеров / Э.В. Фероян // Пед.-психол. и мед.-биол. проблемы физ. культуры и спорта. – 2017. – Т. 12, № 3. – С. 249–259. DOI: 10.14526/03_2017_258.3

18. Яковчук, Т.В. Адаптация юных спортсменов к физическим нагрузкам / Т.В. Яковчук, М.В. Засека, И.В. Епишкин // Физ. культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2025. – Т. 10, № 1. – С. 53–61. DOI: 10.47475/2500-0365-2025-10-1-53-61

19. Kovács, K.E. Factors influencing sport persistence still represent a knowledge gap – the experience of a systematic review / K.E. Kovács, Z. Szakál // BMC Psychology. – 2024. – Vol. 12, No. 1. – P. 584. DOI: 10.1186/s40359-024-02098-6

20. Stenqvist, T.B. Relative Energy Deficiency in Sport (REDs) Indicators in Male Adolescent Endurance Athletes: A 3-Year Longitudinal Study / T.B. Stenqvist, A.K. Melin, M.K. Torstveit // Nutrients. – 2023. – Vol. 15, No. 24. – P. 5086. DOI: 10.3390/nu15245086

21. The contribution of energy systems during 15-second sprint exercise in athletes of different sports specializations / D. Archacki, J. Zieliński, B. Pospieszna et al. // PeerJ. – 2024. – Vol. 12. – P. e17863. DOI: 10.7717/peerj.17863

22. Water polo shooting performance: Differences between world championship divisions and the effect of the number of fouls / G. Melchiorri, V. Viero, T. Triossi et al. // International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2020. – Vol. 15, No. 6. – P. 893–898. DOI: 10.1123/ijsp.2019-0531

References

1. Bogdanova T.A., Yarkin I.V. [Methods for Assessing Physical Fitness in Children and Adolescents]. *Gumanitarnyy nauchnyy zhurnal* [Humanitarian Scientific Journal], 2025, no. 6–1, pp. 401–405. (in Russ.)

2. Vanyushin Yu.S., Fedorov N.A., Khuzina G.K. [The Role and Significance of Components of the Cardiorespiratory System of Athletes in Adaptation to Functional Loads]. *Pedagogiko-psikhologicheskiye i mediko-biologicheskiye problemy fizicheskoy kul'tury i sporta* [Pedagogical, Psychological and Medical-Biological Problems of Physical Education and Sports], 2021, vol. 16, no. 2, pp. 101–105. (in Russ.) DOI: 10.14526/2070-4798-2021-16-2-101-105

3. Mekhdieva K.R., Zakharova A.V., Vladelshchikova M.A., Timokhina V.E. Age Dynamics of Wingate Test Indicators in Young Athletes. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. 3, pp. 97–103. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm200311

4. Gravitskaya E.G. [The Influence of Puberty Processes on Changes in Muscular Endurance in Adolescents]. *Evrasiyskoye nauchnoye ob'yedineniye* [Eurasian Scientific Association], 2020, no. 5–3 (63), pp. 197–199. (in Russ.) DOI: 10.5281/zenodo.3887151

5. Davydov V.Yu., Klinov V.V. [Morphological Indicators of Athletes of Different Qualifications Involved in Swimming and Water Polo]. *Mir sporta* [The World of Sport], 2023, no. 3 (92), pp. 62–65. (in Russ.)

6. Zvyagina E.V., Petrushkina N.P., Letyushin Ya.V. Neurofunctional Status of Young Athletes (Game Sports). *Human. Sport. Medicine*, 2025, vol. 25, no. S1, pp. 23–31. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm258103

7. Ivchenko E.V., Ivchenko E.A., Sidorov S.S. [Development of Speed-strength Abilities of Mobile Attackers in Water Polo]. *Sovremennoye pedagogicheskoye obrazovaniye* [Modern Pedagogical Education], 2024, no. 11, pp. 634–637. (in Russ.)

8. Makarov L.M., Fedina N.N., Komolyatova V.N. [Parameters of Changes in Myocardial Repolarization Indicators in Young Elite Athletes During Bicycle Ergometry]. *Meditsina ekstremal'nykh situatsiy* [Medicine of Extreme Situations], 2015, no. 2 (52), pp. 26–32. (in Russ.)

9. Neurosoft. *Psikhofiziologiya. NS-Psikhotest* [Neurosoft. Psychophysiology. NS-Psychotest]. Available at: <https://neurosoft.com/ru/catalog/psycho/expert> (accessed 23.11.2025).
10. Petrushkina N.P., Zvyagina E.V., Latyushin Ya.V. Features of Physical Development of Adolescents Involved in Water Sports. *Human. Sport. Medicine*, 2024, vol. 24, no. 1, pp. 65–73. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm240108
11. Pecherskikh E.S. [The Influence of the Game Method on the Development of General Endurance in 14–15 Year-Old Swimmers]. *Flagman nauki* [Science Flagship], 2025, no. 7 (30), pp. 426–427. (in Russ.)
12. Plokhinsky N.A. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, Moscow State University Publ., 1970. 268 p.
13. Nosov S.A., Nasonov A.E., Barkalov S.N., Petrov I.D. [Development of Endurance in Adolescents at the Initial Stage of Sports Training]. *Obzor pedagogicheskikh issledovaniy* [Review of Pedagogical Research], 2022, vol. 4, no. 5, pp. 14–17. (in Russ.)
14. Sabralieva T.M., Seitkaziev M.T., Dzhamangulov D.K. [Features of the Respiratory System of 14–15 Year Old Adolescents Involved in Swimming]. *Vestnik Kyrgyzskogo gosudarstvennogo universiteta imeni I. Arabayeva* [Bulletin of the Kyrgyz State University named after I. Arabaev], 2020, no. 2, pp. 151–155. (in Russ.) DOI: 10.33514/1694-7851-2020-2-151-155
15. Selitrenikova T.A. [Justification for the Use of Means of Developing General Endurance in Adolescents with Diseases of the Cardiovascular System]. *Uchenyye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University], 2024, no. 10 (236), pp. 242–247. (in Russ.)
16. Smyslov A.P. [Relative Indicators of Endurance of Adolescents with Cardiovascular Diseases]. *Kul'tura fizicheskaya i zdorov'ye* [Physical Culture and Health], 2019, no. 1 (69), pp. 87–91. (in Russ.)
17. Ferojan E.V. [Using the “Anaerobic Threshold” Criterion for Developing Endurance in Long-distance Swimmers]. *Pedagogiko-psikhologicheskiye i mediko-biologicheskiye problemy fizicheskoy kul'tury i sporta* [Pedagogical, Psychological and Medical-biological Problems of Physical Education and Sports], 2017, vol. 12, no. 3, pp. 249–259. (in Russ.) DOI: 10.14526/03_2017_258.3
18. Yakovchuk T.V., Zaseka M.V., Epishkin I.V. [Adaptation of Young Athletes to Physical Activity]. *Fizicheskaya kul'tura. Sport. Turizm. Dvigatel'naya rekreatsiya* [Physical Education. Sport. Tourism. Motor Recreation], 2025, vol. 10, no. 1, pp. 53–61. (in Russ.) DOI: 10.47475/2500-0365-2025-10-1-53-61
19. Kovács K.E., Szakál Z. Factors Influencing Sport Persistence Still Represent a Knowledge Gap – the Experience of a Systematic Review. *BMC Psychology*, 2024, vol. 12, no. 1, p. 584. DOI: 10.1186/s40359-024-02098-6
20. Stenqvist T.B., Melin A.K., Torstveit M.K. Relative Energy Deficiency in Sport (REDs) Indicators in Male Adolescent Endurance Athletes: A 3-Year Longitudinal Study. *Nutrients*, 2023, vol. 15, no. 24, p. 5086. DOI: 10.3390/nu15245086
21. Archacki D., Zieliński J., Pospieszna B. et al. The Contribution of Energy Systems During 15-second Sprint Exercise in Athletes of Different Sports Specializations. *PeerJ.*, 2024, vol. 12, e17863. DOI: 10.7717/peerj.17863
22. Melchiorri G., Viero V., Triossi T. et al. Water Polo Shooting Performance: Differences between World Championship Divisions and the Effect of the Number of Fouls. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2020, vol. 15, no. 6, pp. 893–898. DOI: 10.1123/ijspp.2019-0531

Информация об авторах

Петрушкина Надежда Петровна, доктор медицинских наук, старший научный сотрудник, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия.

Звягина Екатерина Владимировна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физиологии, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия.

Латюшин Ян Витальевич, доктор биологических наук, профессор кафедры анатомии, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия.

Information about the authors

Nadezhda P. Petrushkina, Doctor of Medical Sciences, Senior Researcher, Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, Russia.

Ekaterina V. Zvyagina, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor in the Department of Physiology, Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, Russia.

Yan V. Latushin, Doctor of Biological Sciences, Professor in the Department of Anatomy, Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, 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 interests.

Статья поступила в редакцию 04.11.2025

The article was submitted 04.11.2025