

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА В ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДАХ СПОРТА

Ю.Б. Кораблева¹, julya-74@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2337-3531>
А.С. Ушаков¹, ushakovas74@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7591-3678>
Е.А. Черепов², cherepov.e@uralgufk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8469-9741>
Д.М. Матюхов², trener.85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7622-1649>
Е.Р. Елисеева¹, eliseeva_elizaveta@uralgufk.ru, <https://orcid.org/0009-0003-1276-6003>

¹ Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

² Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия

Аннотация. **Цель:** обоснование и интерпретация звеньев специальных функциональных систем (СФС), фазового анализа, продолжительной адаптации, механизмов, параметров интегральных рейтинговых показателей, спортивной эффективности. **Материалы и методы.** В обследовании принимали участие спортсмены циклических видов спорта в возрасте 18–22 лет, спортивной квалификации КМС, МС, МСМК (n = 20). Регистрация центральной и периферической гемодинамики осуществлялась на компьютерной системе «Кентавр» фирмы «Микролюкс» (Россия), состав тела – на аппарате Tanita BC-418 (Япония), постуральный баланс – на стабилметрической системе фирмы МБН (Россия), динамика функционального состояния дыхательной и системы кровообращения – на диагностической аппаратуре SCHILLER (Швейцария), оценка крови, кардиопульмональной системы, газообмена, метаболического состояния – на системном анализаторе АМП (Украина). **Результаты.** Получены характеристики постуральной системы, сегментарного анализа состава тела, кардиопульмональной системы, регуляции показателей центральной гемодинамики. **Заключение.** Блоковое построение спортивной подготовки в условиях оценок биоритмов звеньев СФС обуславливает необходимость персонализированных корреляций, восстановительных и реабилитационных мероприятий. Эти процессы требуют получения новой информации, творческих поисков, научных обоснований, сопровождений, получения интегральных рейтинговых показателей звеньев и критериев динамичной СФС, обуславливающей успешную спортивную результативность.

Ключевые слова: спортивная результативность, устойчивое развитие, соединительная ткань, интеграция, спортивная эффективность

Для цитирования: Специальные функциональные системы организма в циклических видах спорта / Ю.Б. Кораблева, А.С. Ушаков, Е.А. Черепов и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2025. Т. 25, № 2. С. 24–33. DOI: 10.14529/hsm250203

Original article
DOI: 10.14529/hsm250203

SPECIAL FUNCTIONAL SYSTEMS OF THE BODY IN CYCLIC SPORTS

Yu.B. Korableva¹, julya-74@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2337-3531>
A.S. Ushakov¹, ushakovas74@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7591-3678>
E.A. Cherepov², cherepov.e@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8469-9741>
D.M. Matyukhov², trener.85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7622-1649>
E.R. Eliseeva¹, eliseeva_elizaveta@uralgufk.ru, <https://orcid.org/0009-0003-1276-6003>

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

² Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, Russia

Abstract. Aim. This study aims to investigate the structural and functional adaptations of special functional systems (SFS) in cyclic sports, with a focus on phase analysis, long-term adaptation mechanisms, and the development of integral performance indicators to enhance athletic efficiency. **Materials and methods.** The study involved 20 elite athletes (aged 18–22 years) specializing in cyclic sports, with qualifications ranging from Candidate Master of Sports (CMS) to Master of Sports International Class (MSIC). Multidimensional assessments were conducted using the following methods: central and peripheral hemodynamics – Centaur computerized system (Microlux, Russia); body composition analysis – BC-418 (Tanita, Japan); postural balance assessment – stabilometric platform (MBN, Russia); respiratory and circulatory dynamics – SCHILLER’s diagnostic station (Schiller, Switzerland); and metabolic, hematological, and cardiopulmonary function – AMP system analyzer (AMP, Ukraine). **Results.** Quantitative data were obtained for postural control, segmental body composition, cardiopulmonary efficiency, and hemodynamic regulation. **Conclusion.** The study demonstrates that block-periodized training, synchronized with SFS biorhythms, necessitates individualized adjustments in recovery and rehabilitation protocols. Further research should prioritize integrative dynamic criteria and predictive performance indicators to refine training methodologies in cyclic sports.

Keywords: sports performance, sustainable development, connective tissue, integration, sports efficiency

For citation: Korableva Yu.B., Ushakov A.S., Cherepov E.A., Matyukhov D.M., Eliseeva E.R. Special functional systems of the body in cyclic sports. *Human. Sport. Medicine.* 2025;25(2):24–33. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm250203

Введение. Двигательная система (ДС) выполняет пусковые, рецепторные, «думающие», рефлекторные, мотонейронные, ступенчатые, транспортные функции. Аналогично нервной, выполняющей транспортную и познавательную функции, занимается переработкой информации, дифференциацией, интеграцией, что характерно для ДС, иммунологической резистентностью (ИР) [1, 2, 11]. Спорт околопредельных нагрузок вызывает нарушения в ДС, крови, метаболических, молекулярно-клеточных, психофизиологических характеристиках, состоянии соединительной ткани [10, 12].

Цель: обоснование и интерпретация звеньев специальных функциональных систем (СФС), фазового анализа, продолжительной адаптации, механизмов, параметров интегральных рейтинговых показателей, спортивной эффективности.

Материалы и методы. Исследование проводилось в олимпийских циклах в ЦОП по легкой атлетике и лыжным гонкам. Обследовались спортсмены циклических видов спорта в возрасте 18–22 лет, спортивной квалификации КМС, МС, МСМК (n = 20). Регистрация центральной и периферической гемодинамики осуществлялась на компьютерной системе «Кентавр» фирмы «Микролюкс», состав тела на аппарате Tanita BC-418, поструральный контроль – на стабилометрической системе фирмы МБН, динамика функционального состояния дыхательной и системы кровообращения – на диагностической аппаратуре SCHILLER, оценка крови, кардиопульмональной системы, газообмена, метаболического состояния – на системном анализаторе АМП. Математико-статистическая обработка материала проводилась на основе анализа данных SPSS-15.

Результаты исследования. Нами получены результаты вариабельности в лейкоцитарной формуле крови в блоке годовой спортивной подготовки в период напряженных ДД и утомления. В условиях стресса наблюдались изменения эозинофилов, повышение содержания перекисного окисления липидов (ПОЛ), кортизола, AoA, снижение концентрации IgA и повышение IgM, активация симпатoadrenalной системы.

В зависимости от реализации моторного потенциала результативность обеспечивается временными, пространственными характеристиками и ускорением, вектором силоприложения, СКУ, динамическим коэффициентом равновесия, скоростью ОЦД, уровнем 60%-ной мощности спектра в плоскостях, площадью

СТГ, средними положениями ОЦД в плоскостях.

В табл. 1 приведены значения компонентного состава туловища и конечностей бегунов (средние дистанции, стипль-чез), лыжников – гонщиков высшей квалификации в возрасте 18–22 лет.

В табл. 2 представлены показатели сердечного цикла у бегунов и лыжников-гонщиков.

У представителей бега на средние дистанции и стипль-чез формировались портретные характеристики СФС. Результаты постурологического контроля представлены в табл. 3.

У представителей бега звенья СКУ обусловлены особенностями бега на виражах

Таблица 1
Table 1

Компонентный состав туловища и конечностей бегунов и лыжников-гонщиков в конце базового блока подготовки (M ± m)
Segmental body composition of the trunk and limbs in runners and cross-country skiers at the end of the basic training block (M ± m)

Верхние конечности: жир, %; жир, кг; масса без жира, кг; мышцы кг Upper limbs: fat %; fat mass, kg; fat-free mass, kg; muscle mass, kg	Нижние конечности: жир, %; жир, кг; масса без жира, кг; мышцы кг Lower limbs: fat %; fat mass, kg; fat-free mass, kg; muscle mass, kg	Туловище: жир, %; жир, кг; масса без жира, кг; мышцы кг Trunk: fat %; fat mass, kg; fat-free mass, kg; muscle mass, kg
Бегуны (девушки) / Female runners		
7,15 ± 0,78; 0,94 ± 0,12; 3,45 ± 0,15; 3,99 ± 0,17	9,58 ± 0,99; 1,94 ± 0,13; 9,65 ± 0,68; 9,52 ± 0,32	9,65 ± 0,96; 3,42 ± 0,31; 30,90 ± 0,82; 30,24 ± 0,80
Бегуны (юноши) / Male runners		
8,22 ± 0,99; 0,24 ± 0,02; 3,00 ± 0,18; 2,80 ± 0,17	11,48 ± 1,14; 1,20 ± 0,12; 9,96 ± 0,32; 9,80 ± 0,31	10,20 ± 0,96; 3,32 ± 0,30; 32,30 ± 0,98; 28,70 ± 0,94
Лыжники (девушки) / Female cross-country skiers		
12,28 ± 0,85; 0,43 ± 0,03; 2,54 ± 0,04; 2,33 ± 0,04	13,87 ± 0,87; 2,64 ± 0,15; 8,45 ± 0,10; 9,92 ± 0,12	12,30 ± 0,69; 4,65 ± 0,36; 27,38 ± 0,32; 28,95 ± 0,30
Лыжники (юноши) / Male cross-country skiers		
7,55 ± 0,82; 0,33 ± 0,03; 3,88 ± 0,07; 5,96 ± 0,07	9,20 ± 0,42; 1,34 ± 0,09; 10,86 ± 0,12; 10,52 ± 0,10	8,90 ± 0,60; 3,40 ± 0,24; 34,30 ± 0,29; 32,94 ± 0,26

Таблица 2
Table 2

Показатели ЭКГ у бегунов и лыжников-гонщиков
ECG parameters in runners and cross-country skiers

Сердечный цикл Cardiac cycle	PQ	QRS	QT
Бегуны (девушки) / Female runners			
0,87 ± 0,04	0,17 ± 0,02	0,07 ± 0,001	0,38 ± 0,002
Бегуны (юноши) / Male runners			
0,88 ± 0,03	0,16 ± 0,01	0,08 ± 0,002	0,39 ± 0,003
Лыжники (девушки) / Female cross-country skiers			
0,88 ± 0,05	0,17 ± 0,001	0,07 ± 0,001	0,37 ± 0,001
Лыжники (юноши) / Male cross-country skiers			
1,00 ± 0,07	0,18 ± 0,002	0,09 ± 0,002	0,40 ± 0,002

Таблица 3
Table 3

Показатели постурологического контроля бегунов (M ± m)
Postural control parameters in trained runners (M ± m)

Показатель Parameter	ОС ГО ISP EO	ПГЛ ГО HL EO	ПГП ГО HR EO	ОС ГЗ ISP EC	ПГЛ ГЗ HL EC	ПГП ГЗ HR EC
Скорость ОЦД, мм/с CoP velocity, mm/s	11,56 ± 0,42	13,94 ± 0,72	12,70 ± 0,76	18,20 ± 0,94	18,60 ± 0,99	22,00 ± 1,48
Уровень 60%-ной мощности спектра во фронтальной плоскости, Гц 60% spectral power (frontal plane), Hz	0,67 ± 0,05	0,82 ± 0,19	0,52 ± 0,04	0,48 ± 0,04	0,39 ± 0,01	0,62 ± 0,15
Уровень 60%-ной мощности спектра в сагиттальной плоскости, Гц 60% spectral power (sagittal plane), Hz	0,32 ± 0,05	0,42 ± 0,07	0,52 ± 0,10	0,59 ± 0,08	0,36 ± 0,04	0,55 ± 0,06
Площадь стаатокинезиограммы, мм ² Ellipse area, mm ²	86,85 ± 3,98	116,22 ± 9,46	87,95 ± 6,99	142,00 ± 6,82	158,00 ± 6,92	263,00 ± 12,24
Уровень 60%-ной мощности спектра по вертикальной составляющей, Гц 60% spectral power (vertical axis), Hz	5,70 ± 0,13	5,80 ± 0,16	5,92 ± 0,14	5,80 ± 0,13	6,14 ± 0,20	6,43 ± 0,18
Показатель стабильности, % Stability parameter, %	93,80 ± 0,74	92,90 ± 0,62	93,46 ± 0,92	92,20 ± 0,50	91,96 ± 0,48	87,90 ± 1,12
Индекс устойчивости, у. е. Stability index, a. u.	35,50 ± 1,26	29,80 ± 1,26	33,64 ± 2,12	22,90 ± 1,20	23,70 ± 2,14	19,70 ± 1,12
Динамический компонент равновесия, у. е. Dynamic balance component, a. u.	64,65 ± 1,12	70,64 ± 1,40	66,42 ± 2,34	77,24 ± 1,24	76,62 ± 1,20	80,35 ± 1,24
Среднее положение ОЦД во фронтальной плоскости, мм Mean CoP position (frontal plane), mm	-3,67 ± 0,78	-3,87 ± 1,24	-0,60 ± 1,20	-3,36 ± 1,50	-3,38 ± 1,70	-2,84 ± 1,69
Среднее положение ОЦД в сагиттальной плоскости, мм Mean CoP position (sagittal plane), mm	-4,16 ± 0,40	-5,27 ± 0,98	-0,89 ± 1,39	-2,06 ± 0,70	-3,98 ± 0,76	-3,45 ± 1,36

Примечание: ОС – основная стойка, ГО – глаза открыты, ПГП – поворот головы вправо, ПГЛ – поворот головы влево, ГЗ – глаза закрыты.

Note: ISP – initial standing position, EO – eyes open, EC – eyes closed, HR – head rotation right, HL – head rotation left.

(во фронтальной плоскости), преодолении барьеров, ямы с водой, позного бега, стипльчеца, колебаниями центра давления в переднезаднем направлении. Позный бег в разных фазах взаимосвязан с респираторной кинетикой, фазной адаптацией и утомлением. Индекс равновесия у бегунов высшей и высокой квалификации в основной стойке существенно различался. Достоверные различия были в показателях индекса устойчивости, показателях функциональной стабильности (табл. 4).

Как следует из табл. 4, спортивная квалификация являлась определяющей при сравнении показателей СКУ: индекс равновесия, показатель функциональной стабильности, динамический компонент равновесия. В пробе Ромберга существенных различий не обнаружено, возможно, вследствие отбора по пер-

спективности в группе с повышенной генетической устойчивостью. В порядке тенденции показатели пробы преобладали у МСМК.

Современные лыжные гонки обусловлены переносимостью интенсивных ДД, мощностью нагрузки в диагностическом комплексе Cardiosoft (США) с расчетом METs посредством учета потребления O₂ при заданных 10 ступенях нагрузки по 2 мин каждая и углах подъема от 2 до 11 [5]. Гипоксический тест (I-HYP) проводили на гипоксикаторе модели HIPOXICO Everest Summit II (США) с определением SPO₂. При снижении SPO₂ до 80 % спортсмен освобождался от маски для восстановления сатурации до 95 % (время восстановления).

Получена модель связи между показателями гипоксического индекса, порогом ана-

Сравнительные данные стабилотрии у бегунов разной спортивной квалификации ($M \pm m$)
Comparative analysis of stabilometric characteristics in runners across competitive levels ($M \pm m$)

Спортивные разряды Sports qualification categories	Индекс равновесия, у. е. Balance index, a. u.	Индекс устойчивости, у. е. Stability index, a. u.	Динамический компонент равновесия, у. е. Dynamic balance component, a. u.	Проба Ромберга, % Romberg test score, %	Показатель функциональной стабильности, % Functional stability index, %
МСМК MSIC	0,97 ± 0,08	32,40 ± 1,29	70,37 ± 1,80	192,70 ± 20,98	95,38 ± 0,47
КМС, МС CMS, MS	0,75 ± 0,04	35,49 ± 1,34	64,56 ± 1,44	196,22 ± 22,76	93,26 ± 0,34
P	≤ 0,001	≤ 0,05	≤ 0,05	≥ 0,05	≤ 0,01

эробного обмена, временем работы до «отказа». Коэффициент детерминации составил 91,60 % при аккумуляции 92,40 %. Анализ уравнения свидетельствует о формировании устойчивости к гипоксии и повышении спортивной успешности. При создании гипоксии в скелетных мышцах включается процесс активации анаэробного гликолиза, ресинтеза АТФ, обуславливающего смену звеньев СФС [14, 15].

В возрасте 18–19 лет у лыжников-гонщиков завершается формирование двигательных способностей, гипоксической и статокINETической устойчивости (СКУ), координации сил приложения конечностей, концентрированного развития локально-региональной мышечной выносливости (ЛРМВ), управления вращательными, угловыми и линейными ускорениями [6–8]. Формируются механизмы саморегуляции СКУ, ДД, пространственной, временной, динамичной структуры двигательной системы.

Факторный анализ выявил у лыжников-гонщиков рейтинговую обусловленность в следующем порядке: базовая двигательная подготовленность (43 %; $r = 0,71-0,86$; $r = -0,80-0,93$), специальная выносливость (18 %; $r = 0,91-0,95$), функциональная возможность кардиореспираторной системы (13 %; $r = -0,88$; $r = 0,94$), специальная силовая выносливость (9 %; $r = 0,74-0,85$), восстанавливаемость ЧСС на финише ДД и через минуту реституции (7 %; $r = 0,87-0,92$). Тренировочный процесс был обусловлен в специально-подготовительном блоке ДД, развивающем ЛРМВ.

Ретроспективный анализ, математические исследования вызвали необходимость на основе цифровых технологий создать интегральный рейтинговый показатель (ИРП) [3]. В во-

просе прогнозирования спортивной успешности важно было представить связь параметров Дирихле и ИРП, выделить 4 группы успешности. Системная регуляция организации лыжников-гонщиков осуществляется в рейтинговом выражении в следующем порядке по величине представленных коэффициентов дискриминантных функций: УО–ЧСС–АТОЕ–RespT–RespX.

Динамичная СФС обуславливает мощность, управляющую ДД скелетных мышц, кислород- и энергообеспечение посредством механизмов центральной гемодинамики, миокарда, дыхательных мышц, периферических сосудов конечностей. Мощность при работе анаэробного обмена варьирует, составляя 70–85 % от мощности МПК, зависит от величины анаэробного порога, который достигает 5 ммоль/л и более в зависимости от фазы адаптации, интенсивности утилизации O_2 в скелетных мышцах, количества митохондрий и активности митохондриальных ферментов, эффективности аэробного обеспечения. Достижение околопредельных показателей МПК и успешной результативности может происходить за счет увеличения емкости анаэробного гликолиза.

Установлено, что увеличение мощности системы митохондрий при развитии силовой выносливости (СВ) увеличивает показатели МПК. Силовая выносливость под воздействием ДД возрастает в 3–5 раз, окислительная способность мышц – в 2 раза, МПК – не более 15 %. Силовая выносливость коррелирует с количеством митохондрий и окислительных свойств мышц, а не с МПК. Физиологические механизмы требуют пересмотра ряда показателей системы спортивной подготовки лыжников-гонщиков.

В блоке базовой подготовки применяются общефункциональные и специальные двигательные действия [9, 13]. Развивается силовая выносливость, совершенствуется техника бега на лыжероллерах, адаптация к выполнению больших объемов ДД специальной направленности, индивидуализации и персонификации позного бега, лыжных ходов. Соотношение нагрузок, развивающих ЛРМВ и специальных, составило 40 и 60 %.

Анализ звеньев СФС, в частности двигательных, нейромоторных, рецепторных, рефлекторных, молекулярно-клеточных, иммунных, показывает границы управляющих, регулирующих, распознающих, контролирующих алгоритмов, обладающих памятью, барьерными функциями, способными перерабатывать информацию, принимать адекватные решения с обратной афферентацией. При этом ЦНС не является органом, системой преобладающей, авыполняет проводниковую функцию и регулируемую, управляющую в звеньях динамичной СФС. Изучение в олимпийском цикле ИР показало ингибирование клеточного иммунитета и сдвигов центральной и периферической нервной системы, продуцирование различных цитокинов, осуществляющих иммунологический надзор.

Специально-контрольный подготовительный блок решает задачи концентрированного развития ЛРМВ, тестирующие контрольные тренировки, восстановительные мероприятия, подводящие к соревновательному блоку. В задачи соревновательного периода входит достижение пиковой фазы адаптации к главным стартам блока, максимальное развитие уровня специальной выносливости, специальной динамичной СФС.

У лыжников-гонщиков, занимающих 1–12-е места в социально значимых стартах, выявлены сильные связи между показателями кардиореспираторной системы и успешной соревновательной результативности [4]. Обследовались МС, МСМК (n = 12) и спортсмены среднего уровня рейтингового значения показателей 13–23-е места и аутсайдеры (50–65-е места). Соответственно корреляции до и после соревнований в трех группах равнялись: 0,83 и 0,88; 0,72 и 0,76; 0,55 и 0,36. Аналогично коэффициент сводной корреляции составил 0,80 и 0,82; 0,66 и 0,68; 0,56 и 0,40, мощность корреляции: 1,86 и 1,88; 1,66 и 1,68; 1,36 и 1,18.

Таким образом, сильные связи сопровождалась у лыжников-гонщиков успешных, средней силы в основной группе, а у аутсайдеров – слабая сила связей. У элитных спортсменов проводился спектральный анализ ЭЭГ с регистрацией биопотенциалов мозга в условиях ступенчато-возрастающей эргоспирометрической нагрузки на силовую выносливость. Выявлено напряжение в связи с амплитудой β -ритма с частотой 4–6 Гц.

Нагрузка 80 % максимальной мощности проводилась с частотой педалирования 70 об/мин мощностью 90, 180, 240 Вт по 2 мин каждая. Колебания ЧСС, ДД по ступеням были $186,22 \pm 2,90$ уд./мин; 176 мм рт. ст.; $189,86 \pm 3,20$ уд./мин; 175,20 мм рт. ст. и $196,24 \pm 2,99$ уд./мин и 174,32 мм рт. ст. На первой ступени показатели БЭА в затылочной области снизились на 22,80 %, в лобной – на 15,64 % относительно максимальной физической работоспособности. На 2–3-й ступенях показатели соответственно снизились на 27,68 и 22,34 %. Уровень БЭА коры головного мозга упал ниже фоновых на 12,60 и 9,30 % соответственно.

Результаты исследования показали, что ДД до 90 % от максимальной мощности значения ЭЭГ в затылочной и лобной областях равнялись 66,20 и 59,30 %. Сравнение компонентов БЭА в фазе 1–2 по сравнению с максимальными в затылочной и лобной зонах локализации равнялись 3,94 и 9,98 %; 19,62 и 28,94 %. В 3-й стадии снижение работоспособности в указанных областях было 44,96 и 42,78 %. Следовательно, мощные ДД с вектором силовой выносливости являются чрезмерными для динамичных звеньев СФС и могут вызвать необходимость восстановления и создания новых механизмов СФС в связи с предшествующей перегрузкой компонентов БЭА.

Заключение. Таким образом, ДД интенсивного характера вызывают во 2-й фазе снижение работоспособности, физиологически обоснованное, а в 3-й – перенапряжение БЭА, ритма и проводимости сердца. Выход за пределы референтных границ может вызвать нарушения в системе саморегуляции. Управляемый процесс воздействия на персонифицированные характеристики СФС оптимизирует мотивацию, уровень притязаний, направляемость психофизиологических свойств, успешность резервных возможностей.

В группе лыжников выявлены связи между показателями ИР: индекс функционального состояния и АФМн (0,65), АФНф (0,78), ИФНф (0,68); метаболизма: диастолическое давление и СМП (-0,72), ЛАННф и IgG (0,67), САД и СМП (0,67), геммоглобулином и СМП (0,68), ретикулоцитами и СМП (0,60), гематокритом и β -клетками (0,76). Выявленные корреляции обусловили саморегуляцию звеньев СФС.

«Прицельный» характер долговременной адаптации, оценка времени достижения пиковой фазы адаптации к периоду участия в социально значимых стартах возник при использовании цифровых технологий, умения их анализировать и прогнозировать спортивную результативность.

Установлено существенное влияние вида спорта, а также психофизиологического потенциала (ПФП) и уровня здоровья спортсмена на функциональное состояние, СКУ и вестибулярного анализатора, что проявляется различной чувствительностью, реактивностью и степенью устойчивости вестибулярной системы при действии дозированных линейных, вращательных, угловых ускорений и оптокинетических возрастающих величин.

В различных блоках обследования спортсменов отмечалась определенная направленность изменений ЧСС и температуры тела. При действии угловых ускорений преобладало увеличение ЧСС, при действии оптокинетических стимуляций – снижение, действие стоп-стимулов вызывало колебания температуры тела в пределах 1–2 °С. Наибольшие изменения ЧСС и температуры тела происходили в блоках годового обследования.

Установлено, что основными критериями в оценке функционального состояния, СКУ, вестибулярного анализатора у спортсменов являются адекватность нистагмической реакции силе раздражителя, вектор связей вклада факторов, обеспечивающих референтные границы нистагма, а также степень выраженности вегетативных и сенсомоторных реакций.

Спектральные характеристики в базовом блоке подготовки в позах лежа–стоя выявили различия в показателях центральной гемодинамики лыжников – гонщиков высокой квалификации: ультранизкочастотных (УНЧ), низкочастотных (НЧ), высокочастотных (ВЧ)

($p < 0,05–0,001$) в начале блока и НЧ, ВЧ после блока ($p < 0,05–0,01$). Показатели систолического артериального давления (САД) до блока в пробе ортостаза в НЧ и ВЧ снизились ($p < 0,05–0,001$), а после существенно не изменились.

Спектральные характеристики амплитуды реоволн в начале и в конце блока достоверно повышались во всех значениях регуляции ($p < 0,05–0,001$; $p < 0,05–0,01$). Можно полагать, что звенья регуляции фракции выброса повышались в периферическом отделе нервной системы и гуморально-гормональных факторах, доминантно преобладающих, затем следовали корково-подкорковые и периферические.

Показатели САД обусловили активацию гуморально-гормональных звеньев при слабом участии вегетативных и барорефлекторных воздействий. При ортопробе произошло снижение НЧ-показателей ($p < 0,05$). В регуляции периферического кровотока доминировали гуморально-гормональные факторы. Отмечался значительный вклад надсегментарных корково-подкорковых звеньев и периферических вкладов в конце блока подготовки. Сохранилось влияние НЧ-колебаний в связи с симпатическими и парасимпатическими воздействиями, барорефлекторными вкладами в регуляцию мелких сосудов при смене позы.

Итак, выявлена разнообразная мозаика регуляторных влияний кровотока при концентрированном развитии ЛРМВ, факторов верхнего среднегорья и больших тренировочных нагрузок. Обнаружен физиологический эффект сократимости миокарда, вариабельности хронотропных внутрисердечных процессов регуляции. Устойчивость хронотропной функции обусловлена факторами сравнения общей мощности спектра медленных колебаний сосудов разного калибра.

Определили положение тела в пространстве (мозжечок). Вестибулоцереbellум управляет движениями глаз через вестибулярные ядра и контролирует позы тела через вестибулолопинальные пути. Спиналоцереbellум корректирует выполнение ДД. Понтоцереbellум обуславливает управление ДД баллистического и целевого характера через кортикоцеребелло-таламо-кортикальные СФС.

Список литературы

1. Бальсевич, В.К. Здоровьеформирующая функция образования в Российской Федерации (материалы к разработке национального проекта оздоровления подрастающего поколения России в период 2006–2026 гг.) / В.К. Бальсевич // *Здоровье для всех*. – 2010. – № 1. – С. 45–50.
2. Влияние пострурального баланса на изменение ритма и проводимости сердца у пловцов / Ю.Б. Кораблева, В.В. Епишев, В.А. Бычковских и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2019. – Т. 19, № S2. – С. 37–44. DOI: 10.14529/hsm19s205
3. Гредновская, Е.В. Применение современных цифровых технологий в подготовке спортсменов / Е.В. Гредновская, Е.Ю. Прокопчик // *Ното Holistic: Человек целостный «Ното Digital»: Цифровая грамотность и экология цифровой среды*. – 2023. – С. 85–92.
4. Интегральная оценка резервов организма лыжников-гонщиков, концентрированно развивающих локально-региональную мышечную выносливость, статокINETическую и устойчивость к гипоксии / Д.О. Малеев, А.П. Исаев, Ю.А. Петрова и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2020. – Т. 20, № 1. – С. 43–51. DOI: 10.14529/hsm200106
5. Павула, Н.И. Развитие студенческого волейбола на снегу в Челябинской области / Н.И. Павула, Е.Ю. Прокопчик // *Студенческий спорт в современном мире: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Санкт-Петербург, 14–15 марта 2025 г. В 2 ч. Ч. 1.* – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025. – С. 100–103.
6. Развитие координационных и скоростно-силовых способностей волейболистов 15–16 лет в процессе физической подготовки / Е.Ю. Прокопчик, И.В. Изаровская, Е.Г. Кокорева и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2023. – Т. 23, № S2. – С. 78–85.
7. Развитие механизма сенсорных коррекций у детей с детским церебральным параличом спастической двусторонней формой GMFCS II / И.О. Черепанова, А.В. Ненашева, А.С. Ушаков, А.И. Ненашев // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2024. – Т. 24, № 2. – С. 183–188. DOI: 10.14529/hsm240223
8. Развитие силовой выносливости у подростков 12–14 лет с помощью тренажера TRX / Т.М. Икономеску, О.Б. Ведерникова, Е.А. Черепов и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2025. – Т. 25, № 1. – С. 37–44. DOI: 10.14529/hsm250105
9. Роль физического воспитания в формировании здорового образа жизни дошкольников в условиях дошкольного образовательного учреждения / О.Б. Ведерникова, А.С. Ушаков, Е.Ю. Прокопчик и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2024. – Т. 24, № S1. – С. 166–175.
10. Специальные функциональные системы организма дзюдоистов 18–22 лет / А.С. Ушаков, Ю.Б. Кораблева, Е.А. Черепов и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2024. – Т. 24, № 4. – С. 73–82. DOI: 10.14529/hsm240409
11. Управляющие и регулирующие механизмы моделей двигательной специальной функциональной системы спортсменов в блоках многолетней подготовки / А.П. Исаев, В.И. Заляпин, А.В. Шевцов и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 115–126. DOI: 10.14529/hsm210414
12. Физиологические предикторы соревновательной результативности спортсменов высокой квалификации / А.С. Ушаков, Ю.Б. Кораблева, Е.А. Черепов и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2024. – Т. 24, № 1. С. 96–103. DOI: 10.14529/hsm240111
13. Comparative analysis of the development of swimming skills in preschoolers depending on their physical fitness / O.B. Vedernikova, A.S. Ushakov, O.V. Melnikova et al. // *Journal of Physical Education and Sport*. – 2021. – Vol. 21, No. 6. – P. 3470–3475. DOI: 10.7752/jpes.2021.06470
14. Human skeletal muscle possesses an epigenetic memory of high-intensity interval training / A.M. Pilotto, D.C. Turner, R. Mazzolari et al. // *American Journal of Physiology – Cell Physiology*. – 2025. – Vol. 328 (1). – P. 258–272.
15. Trade-off between search costs and accuracy in oculomotor and manual search tasks / I. Wagner, J. Tünnemann, A. Schubö, A.C. Schütz et al. // *Journal of Neurophysiology*. – 2025. – Vol. 0

References

1. Balsevich V.K. [Health-forming Function of Education in the Russian Federation (Materials for the Development of a National Project for Improving the Health of the Younger Generation of Russia in the Period 2006–2026)]. *Zdorov'ye dlya vsekh* [Health for All], 2010, no. 1, pp. 45–50. (in Russ.)
2. Korableva Yu.B., Epishev V.V., Bychkovskikh V.A. et al. The Influence of Postural Balance on Changes in Heart Rate and Conductivity in Swimmers. *Human. Sport. Medicine*, 2019, vol. 19, no. S2, pp. 37–44. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm19s205
3. Grednovskaya E.V., Prokopchik E.Yu. [Application of Modern Digital Technologies in the Training of Athletes]. *Homo Holistic: Chelovek tselostnyy "Homo Digital": Tsifrovaya gramotnost' i ekologiya tsifrovoy sredy* [Homo Holistic. The Integral Person Homo Digital. Digital Literacy and Ecology of the Digital Environment], 2023, pp. 85–92. (in Russ.)
4. Maleev D.O., Isaev A.P., Petrova Ju.A. et al. Integral Assessment of Body Reserves in Ski Racers Developing Local Regional Muscle Endurance, Statokinetic and Hypoxia Resistance. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. 1, pp. 43–51. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm200106
5. Pavula N.I., Prokopchik E.Yu. [Development of Student Volleyball on Snow in the Chelyabinsk Region]. *Studencheskiy sport v sovremennom mire: Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* [Student Sport in the Modern World. Collection of Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation], 2025, pt. 1, pp. 100–103. (in Russ.)
6. Prokopchik E.Yu., Izarovskaia I.V., Kokoreva E.G. et al. Development of Coordination, Speed, and Strength in Volleyball Players Ages 15–16 During Physical Training. *Human. Sport. Medicine*, 2023, vol. 23 (S2), pp. 78–85. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm23s212
7. Cherepanova I.O., Nenasheva A.V., Ushakov A.S., Nenashev A.I. Development of the Mechanism for Sensory Correction in Children with Cerebral Palsy. *Human. Sport. Medicine*, 2024, vol. 24 (2), pp. 183–188. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm240223
8. Iconomescu T.M., Vedernikova O.B., Cherepov E.A. et al. Development of Strength Endurance in Adolescents Aged 12–14 Years Using the TRX Trainer. *Human. Sport. Medicine*, 2025, vol. 25, no. 1, pp. 37–44. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm250105
9. Vedernikova O.B., Ushakov A.S., Prokopchik E.Y. et al. The Influence of Physical Education on the Development of a Healthy Lifestyle Among Preschool Children in an Educational Institution. *Human. Sport. Medicine*, 2024, vol. 24 (S1), pp. 166–175. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm24s122
10. Ushakov A.S., Korableva Yu.B., Cherepov E.A., Nechepurenko K.A., Yamalutdinova A.E. Special Functional Systems in Judo Athletes 18–22 Years of Age. *Human. Sport. Medicine*, 2024, vol. 24 (4), pp. 73–82. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm240409
11. Isaev A.P., Zalyapin V.I., Shevtsov A.V. et al. Control and Regulatory Mechanisms of Models of the Motor Special Functional System of Athletes in Blocks of Long-term Training. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 4, pp. 115–126. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm210414
12. Ushakov A.S., Korableva Yu.B., Cherepov E.A. et al. Physiological Predictors of Competitive Performance of Highly Qualified Athletes. *Human. Sport. Medicine*, 2024, vol. 24, no. 1, pp. 96–103. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm240111
13. Vedernikova O.B., Ushakov A.S., Melnikova O.V. et al. Comparative Analysis of the Development of Swimming Skills in Preschoolers Depending on Their Physical Fitness. *Journal of Physical Education and Sport*, 2021, vol. 21, no. 6, pp. 3470–3475. DOI: 10.7752/jpes.2021.06470
14. Pilotto A.M., Turner D.C., Mazzolari R. et al. Human Skeletal Muscle Possesses an Epigenetic Memory of High-intensity Interval Training. *American Journal of Physiology – Cell Physiology*, 2025, vol. 328 (1), pp. 258–272. DOI: 10.1152/ajpcell.00423.2024
15. Wagner I., Tünnermann J., Schubö A., Schütz A.C. et al. Trade-off between Search Costs and Accuracy in Oculomotor and Manual Search Tasks. *Journal of Neurophysiology*, 2025, vol. 0. DOI: 10.1152/jn.00488.2024

Информация об авторах

Кораблева Юлия Борисовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивного совершенствования, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия.

Ушаков Александр Сергеевич, ассистент кафедры физического воспитания и здоровья, ассистент кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия.

Черепов Евгений Александрович, доктор педагогических наук, доцент, и.о. ректора, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия.

Матюхов Дмитрий Михайлович, кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой теории и методики легкой атлетики, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия.

Елисеева Елизавета Романовна, студент кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия.

Information about the authors

Yulia B. Korableva, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Athletic Performance Enhancement, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

Alexander S. Ushakov, Assistant of the Department of Physical Education and Health, Assistant of the Department of Theory and Methods of Physical Education and Sport, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

Evgeniy A. Cherepov, Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Acting Rector of the Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, Russia.

Dmitriy M. Matyukhov, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Theory and Methods of Track and Field, Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, Russia.

Elizaveta R. Eliseeva, Undergraduate Student, Department of Theory and Methods of Physical Education and Sport, South Ural State University, 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 10.02.2025

The article was submitted 10.02.2025