УДК 616.12-008.331.1 DOI: 10.5281/zenodo.20799712 EDN: OQKFCO

ОСОБЕННОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ЛЫЖНИКОВ С ВАГОТОНИЧЕСКИМ ТИПОМ АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В ГОДИЧНОМ ТРЕНИРОВОЧНОМ ЦИКЛЕ

© 2026. ***Р. И. Ефремова, А. П. Спицин***

В работе представлены результаты исследования центральной и периферической гемодинамики лыжников 10–11 лет с доминированием парасимпатического отдела автономной нервной системы. Изучены расчетные показатели деятельности сердечно-сосудистой системы в переходный, подготовительный и соревновательный период подготовки. В результате исследования были обнаружены особенности изменения показателей гемодинамики в зависимости от периода подготовки и от активности парасимпатической автономной нервной системы. Данные изменения отражают специфическую картину влияния разнонаправленных нагрузок на организм юных лыжников.

Ключевые слова: центральная гемодинамика; юные лыжники; годичный тренировочный цикл.

Введение. Лыжные гонки являются одним из популярных и доступных зимних видов спорта в России [1, 2]. В результате систематических тренировок повышается работоспособность, улучшается работа сердечно-сосудистой и дыхательной системы, развиваются основные группы мышц [3–5]. Исследование приспособительных реакций организма человека к тренировочному процессу является одним из ведущих направлений в общей проблеме адаптации. Изменения, происходящие в организме под действием тренировочных нагрузок, обусловлены направленностью физических упражнений, уровнем подготовленности, индивидуальными особенностями и рядом других факторов [6, 7]. Если же нарушены режим труда и отдыха, либо время восстановления после нагрузок было недостаточным, то возникает напряжение регуляторных процессов, которое может проявляться в изменении работы сердечно-сосудистой системы (ССС) и вегетативной регуляции [8]. Важно своевременно контролировать текущее функциональное состояние организма и вносить коррективы в тренировочный и соревновательный процесс. Несмотря на большое количество исследовательских работ в данном направлении, малоизученным остается определение влияния разнонаправленных физических нагрузок на организм молодых, начинающих лыжников-гонщиков. При этом необходимо учитывать, что гемодинамические сдвиги зависят от активности нервной системы. Наиболее доступными методами, позволяющими быстро оценить функциональное состояние ССС, являются расчетные показатели центральной гемодинамики.

Цель. Проанализировать показатели центральной гемодинамики лыжников-гонщиков с ваготоническим типом регуляции автономной нервной системы (АНС) в годичном тренировочном цикле.

Материал и методы. Обследовано 46 юношей лыжников 10–11 лет, со спортивным стажем 1–2 года. Исследование проведено в 3 этапа годичного тренировочного цикла (переходный, подготовительный и соревновательный период). Все родители обследованных детей подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Для определения типа АНС регистрировали электрокардиограмму на электрокардиографе «ВНС – Микро» («Нейрософт», г. Иваново) во II стандартном

отведении по стандартной методике. С помощью программы «Поли-Спектр» рассчитаны временные стандартизированные характеристики динамического ряда кардиоинтервалов. Для оценки вегетативного тонуса использован основной интегральный показатель RRNN и дополнительный показатель индекс напряжения (ИН). К нормотоникам (эйтоникам) отнесли спортсменов с RRNN от 701 до 900 мс, с ИН в пределах 30,0-90,0 усл. ед., к ваготоникам – RRNN более 901 мс, ИН менее 30,0 усл. ед., к симпатотоникам – RRNN менее 700 мс, ИН более 120,0 усл. ед.

Для изучения показателей центральной гемодинамики проведены инструментальные и расчетные методы исследования. Для анализа адаптивных реакций сердечно-сосудистой системы у начинающих лыжников использованы расчетные показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление систолическое (САД) и диастолическое (ДАД), ударный и минутный объем крови (УО и МОК), сердечный индекс (СИ), общее и удельное периферическое сопротивление сосудов (ОПСС и УПСС), коэффициент эффективности кровообращения (КЭК), коэффициент выносливости (КВ), двойное произведение (ДП). В ходе трехэтапного исследования сформированы 3 группы спортсменов в зависимости от преобладающего типа АНС.

Анализ результатов. Гемодинамические показатели юных спортсменов в начале годичного тренировочного цикла представлены в табл. 1. ЧСС в группе спортсменов находится в пределах возрастных значений, характерных для лиц, занимающихся циклическими видами спорта, что подчеркивает влияние направленности тренировочных нагрузок. Систолическое и диастолическое давление соответствует возрастной норме (САД = 103±6,5 мм. рт. ст., ДАД = 70±5,5 мм. рт. ст.). Величина среднего динамического артериального давления (СДД) в группе лыжников ниже возрастной нормы (90–100 мм. рт. ст.). Исследователями уделяется большое внимание определению возрастных границ артериального давления (АД) и антропометрических показателей, так как эти значения варьируют из-за различных темпов роста, когда степень физического и полового созревания не соответствует "паспортному" возрасту ребенка [9].

Таблица 1

Показатели гемодинамики юных лыжников в переходный период подготовки (M±m)

Показатель	Значение (n=17)
ЧСС, уд/мин	68,14±3,28
САД, мм. рт. ст	99,28±5,39
ДАД, мм. рт. ст	70,71±3,16
СДД, мм. рт. ст	80,23±3,6
УО, мл	44,31±2,18
МОК, л/мин	3036,9±247,82
СИ, л/мин/м^2	2,66±0,25
ОПСС, дин*с*см$^{-5.}$	2220,85±253,3
УПСС, усл. ед	32,5±4,42
КЭК, усл. ед	1969,28±305,21
КВ, усл. ед	25,8±2,9
ДП, усл. ед	67,67±5,19

Примечание: n – число спортсменов

Значения МОК в нашем случае достигаются за счет понижения ЧСС, но и увеличения ударного объема крови. Коэффициент экономичности кровообращения равный 1969,28±305,21 усл. ед, свидетельствует об оптимальных затратах организма на передвижение крови, при норме 2600 усл. ед.

Таким образом, анализ показателей гемодинамики свидетельствует о том, что у всех исследуемых спортсменов отмечена экономичная работа сердечной мышцы.

В **подготовительный период подготовки** 71 % спортсменов ваготонический тип АНС сохранили. При сравнении показателей с исходным состоянием (в переходный период) отмечается тенденция к урежению ЧСС 68,14±3,28 уд/мин до 64,5±2,46 уд/мин, но изменения не значимы (p=0,351). Не претерпевают изменений значения САД и ДАД. Вместе с тем выявлено достоверное увеличение УО с 44,31±2,18 мл до 50,6±0,88 мл (p=0,008), без достоверных изменений ЧСС и МОК (p>0,05), что относится к особенностям физиологического спортивного сердца [10]. Также наблюдается тенденция к снижению ДП с 67,67±5,19 усл. ед. до 60,75±1,53 усл. ед. (p=0,252). В сравнении с переходным периодом без изменений остается сердечный индекс (СИ) и общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС), а коэффициент выносливости (КВ) уменьшается с 25,8±2,9 усл. ед. в переходном периоде до 22,9±1,95 усл. ед. в подготовительном. Этот результат связан с влиянием парасимпатической АНС в регуляции сократительной функции миокарда [11].

У второй части спортсменов (29 %) происходит переход с ваготонического на *нормотонический тип* АНС. Частота сердечных сокращений достоверно увеличивается до 80,5±5,5 уд/мин (r=0,024), но при этом САД, ДАД и СДД остаются без существенных изменений. Общее и удельное периферическое сопротивление сосудов снизились, но не значительно. Другие показатели гемодинамики (МОК, УО, СИ, КВ, ДП, ИФС) также не претерпевают существенных изменений (p>0,05), что, по-видимому, свидетельствует о стабильно высоком уровне адаптации ССС к нагрузкам.

В **соревновательный период годичного цикла** у 88 % спортсменов сохраняется данный тип АНС. У спортсменов с *сохранившимся ваготоническим типом* в соревновательный период средние значения ЧСС, САД остались без существенных изменений по сравнению с переходным периодом. Вместе с тем, ДАД снизилось с 70,71±3,16 мм. рт. ст. до 59±2,21 мм. рт. ст. (p=0,014), СДД уменьшилось с 80,23±3,6 мм. рт. ст. до 71,6±2,24 мм. рт. ст (p=0,088). Достоверное повышение значений УО (с 44,31±2,18 мл. до 58,48±1,45 мл., p=0,000) и снижение ОПСС (с 2220,85±253,3 дин*с*см$^{-5}$ до 1486,089±110,48 дин*с*см$^{-5}$, p=0,007) в соревновательный период по сравнению с переходным периодом годичного цикла повлияло и на увеличение МОК (с 3036,9±247,82 л/мин до 3982,74±216,42 л/мин, p=0,019). Данные изменения связаны с адаптацией сердечно-сосудистой системы к повышенным потребностям организма. Повысилось значение КЭК (с 1969,28±305,21 усл. ед. до 2582,1±136,0 усл. ед., p=0,025) в пределах нормы и понизился КВ с 25,8±2,9 усл. ед. до 18,07±1,03 усл. ед. Подобные значения, по мнению ряда авторов свидетельствует о снижении нагрузки на сердечно-сосудистую систему в холодное время года [12–15].

Выводы.

1. Полученные результаты свидетельствуют, что у юных лыжников значения показателей центральной и периферической гемодинамики: ЧСС, САД, ДАД, УО, МОК, СИ, ОПСС, УПСС, КЭК, КВ, ДП в начале годичного цикла тренировок соответствуют возрастной норме.

2. В подготовительный период подготовки у большей части спортсменов (71 %), у которых сохранился ваготонический тип АНС, изменения свидетельствуют об

улучшении функционального состояния по сравнению с переходным периодом. У остальных спортсменов, которые перешли в группу с нормотоническим типом АНС (29 %), наблюдается некоторое ослабление деятельности ССС, но в пределах оптимальной нормы. Адаптация миокарда сердца к интенсивным нагрузкам тесно связана с напряжением его сократительной функции, как по частоте, так и по амплитуде. Данные изменения гемодинамических показателей связаны со сменой интенсивности нагрузок и показывают как происходит оптимизация адаптации организма к нагрузкам, характерным для подготовительного периода.

3. В соревновательный период у 88 % спортсменов изменения показателей гемодинамики следует рассматривать как защитно-компенсаторную реакцию, направленную на стабилизацию интенсивности кровотока за счет усиления систолической функции миокарда.

4. Изменение показателей центральной гемодинамики в годичном тренировочном цикле характеризует высокий уровень соматического здоровья. Следовательно, описанный путь регуляции ССС к разнонаправленным нагрузкам у юных лыжников с преобладающим ваготоническим типом АНС, в результате грамотно построенного режима труда и отдыха, является физиологически благоприятным для сердца и в целом для всего организма. Для полноты анализа влияния разнонаправленных нагрузок требуется дополнительное исследование спортсменов с симпатотоническим и нормотоническим типом АНС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газизов Ф.Г. Лыжный спорт всё о коньковом ходе: Учебное пособие. – Казань, 2018 – 105 с.
2. Ширков Ю.А. О развитии лыжных видов спорта в России // Karelian Scientific Journal. – 2019. – Т. 8, № 1(26). – С. 54-56. – DOI: 10.26140/knz4-2019-0801-0015
3. Функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем спортсменов видов спорта на выносливость (на примере лыжных гонок) / В.С. Нопина, О.Н. Акимкина, А.С. Нопин, В.В. Корнева // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8, № 3. – DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_29
4. Мельникова Н.В., Егорычева Е.В., Чернышёва И.В., Шлемова М.В. Влияние физических тренировок на кровь и на кровеносную систему // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 5-3. – URL: https://eduherald.ru/ru/article/view?id=13816 (дата обращения: 29.04.2026).
5. Григорьева И.В. Влияние физических упражнений на сердечно-сосудистую систему / И. В. Григорьева, А. А. Плотников, Е. Г. Волкова // Вестник Воронежского института высоких технологий 2022. – Т. 16, № 1. – URL: https://vestnikvivt.ru/ru/journal/pdf?id=184 (дата обращения: 27.04.2026).
6. Абзалов Н.И. Резервы насосной функции сердца развивающегося организма при гипо- и гиперкинезии : Монография / Н.И. Абзалов, Р.А. Абзалов, Р.Р. Нигматуллина. – Казань: К(П)ФУ, 2015. – 116 с.
7. Дугнист П.Я. Особенности адаптации организма спортсмена к физическим нагрузкам: аналитический обзор / П.Я. Дугнист, Е.В. Романова // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. – 2016. – № 2. – С. 3-13. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-adaptatsii-organizma-sportsmena-k-fizicheskim-nagruzkam-analiticheskiy-obzor/viewer/ (дата обращения: 27.04.2026).
8. Шлык Н.И. Оценка качества тренировочного процесса у лыжников-гонщиков и биатлонистов по результатам ежедневных исследований вариабельности сердечного ритма / Н.И. Шлык, Е.С. Лебедев, О.С. Вершинина // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – Т. 7, № 2. – URL: http://lib.sportedu.ru/Press/NiSST/2019n2/p92-105.pdf/ (дата обращения: 27.04.2026).
9. Оценка физического развития детей различного возраста: учебное пособие / Н.А. Барабаш Л.К. Гладких, В.А. Желев и др.; под ред. А.В. Желева, Е.В. Михалева, Н.А. Барабаш. – Томск: Издательство СибГМУ, 2018 – 134 с.
10. Васильев А.П. Спортивное сердце / А.П. Васильев, Н.Н. Старельцова // Медицинский совект. – 2018. – №12. – С. 185-188. – DOI: 10.21518/2079-701X-2018-12-185-188

11. Ситдиков Ф.Г. Вагусная регуляция развивающегося сердца / Ф.Г. Ситдиков, А.Р. Гиззатуллин, Н.И. Зиятдинова – Казань: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет", 2016 – 234 с.
12. Корельская И.Е. Оценка состояния сердечно-сосудистой системы юных спортсменов, занимающихся лыжными гонками, постоянно проживающих в северном регионе России / И.Е. Корельская, Е.Н. Воронцова // Научное обозрение. Биологические науки. – 2018. – № 2. – С. 15-20. – DOI: 10.17513/srbs.1097
13. Андреева Г.Ф., Горбунов В.М. Основные аспекты сезонной сердечно-сосудистой смертности // Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. – 2021. – Т. 17, № 1. – С. 92-98. – DOI: 10.20996/1819-6446-2021-02-01.
14. Иванова Е.Г. Климатогеографические условия как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний у некоторых жителей западной Сибири / Иванова Е.Г., Фомин И.В. // Современные проблемы науки и образования. – 2024. – № 1. – URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=33283 (дата обращения: 28.04.2026).
15. Влияние времени года и температуры воздуха на состояние пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца / И.Л. Козловская, О.С. Булкина, В.В. Лопухова, Н.А. Чернова // Кардиология. Терапия. – 2016. – № 2 (119). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vremeni-goda-i-temperatury-vozduha-na-sostoyanie-patsientov-so-stabilnoy-ishemicheskoy-boleznyu-serdtsa/viewer (дата обращения: 28.04.2026).

REFERENCES

1. Gazizov, F.G. (2018) [Skiing: Everything About the Skating Technique: A Study Guide]. – Kazan, 105 p. (In Russian).
2. Shirkov, Yu.A. (2019) On the Development of Ski Sports in Russia. *Karelian Scientific Journal*. 8. (1/26), 54-56, doi: 10.26140/knz4-2019-0801-0015. (In Russian).
3. Nopina, V.S. Akimkina, O.N. Nopin, A.S. & Korneva, V.V. (2024) Functional state of the cardiovascular and respiratory systems of athletes in endurance sports (on the example of cross-country skiing). *Modern Issues of Biomedicine*. 8. (3), doi: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_29. (In Russian).
4. Melnikova, N.V. Egorycheva, E.V., Chernysheva, I.V., & Shlemova, M.V. (2015) The effects of physical training on blood and the circulatory system. International Student Scientific Bulletin. 5-3. Retrieved from: https://eduherald.ru/ru/article/view?id=13816 (accessed: 29.04.2026). (In Russian).
5. Grigorieva, I.V. Plotnikov, A.A. & Volkova, E.G. (2022) The effect of physical exertion on the cardiovascular system / I. V. Grigorieva, // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. Retrieved from: https://vestnikvivt.ru/ru/journal/pdf?id=184 (date of application: 27.04.2026). (In Russian).
6. Abzalov, N.I. Abzalov, R.A. & Nigmatullina, R.R. (2015) Reserves of the pumping function of the heart of a developing organism in case of hypo- and hyperkinesia. Kazan: Kazan Federal University. (In Russian).
7. Dugnist, P.Ya. & Romanova, E.V. (2016) Features of the Athlete's Body Adaptation to Physical Strain. Human Health, Theory and Methods of Physical Culture and Sports. Retrieved from: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-adaptatsii-organizma-sportsmena-k-fizicheskim-nagruzkam-analiticheskiy-obzor/viewer/ (date of application: 27.04.2026). (In Russian).
8. Shlyk, N.I. Lebedev, E.S., & Vershinina, O.S. (2019) Assessment of the Training Process Quality in Cross-Country Skiers and Biathletes Based on Daily Heart Rate Variability Studies. Retrieved from: http://lib.sportedu.ru/Press/NiSST/2019n2/p92-105.pdf/ (date of application: 27.04.2026). (In Russian).
9. Barabash, N.A. Gladkikh, L.K. & Zhelev, V.A. (2018) Assessment of Physical Development in Children of Different Ages: A Study Guide / edited by A.V. Zhelev, E.V. Mikhalev, & N.A. Barabash. – Tomsk: Siberian State Medical UniversityPublishing House, 2018 – 134 p. (In Russian).
10. Vasilyev, A.P. & Streltsova, N.N. (2018) Sporting Heart. Medical Council. 12. 185-188, doi: 10.21518/2079-701X-2018-12-185-188 (In Russian).
11. Sitdikov, F.G. Gizzatullin, A.R., & Ziyatdino, N.I. (2016) Vagal Regulation of the Developing Heart. Kazan: Kazan Federal University. 234 p. (In Russian).
12. Korelskaya, I.E. & Vorontsova, E.N. (2018) Assessment of the Cardiovascular System of Young Athletes Engaged in Cross-Country Skiing and Living in the Northern Region of Russia. Scientific Review. Biological Sciences.. 2, 15-20, doi: 10.17513/srbs.1097. (In Russian).
13. Andreeva, G.F. & Gorbunov, V.M. (2021) Basic Aspects of Seasonal Cardiovascular Mortality. Rational Pharmacotherapy in Cardiology. 17(1). 92-98, doi:10.20996/1819-6446-2021-02-01. (In Russian).

14. Ivanova, E.G. & Fomin, I.V. (2024) Climatic and Geographical Conditions as a Risk Factor for Cardiovascular Diseases in Some Residents of Western Siberia. Problems of Science and Education. 1. Retrieved from: https://science-education.ru/ru/article/view?id=33283 (date of application: 28.04.2026). (In Russian).
15. Kozlovskaya, I.L., Bulkina, O.S., Lopukhova, V.V. & Chernova, N.A. (2016) Influence of the season and air temperature on the condition of patients with stable coronary artery disease. // Retrieved from: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vremeni-goda-i-temperatury-vozduha-na-sostoyanie-patsientov-so-stabilnoy-ishemicheskoy-boleznyu-serdtsa/viewer (date of application: 28.04.2026). (In Russian).

FEATURES OF CENTRAL HEMODYNAMICS IN SKIERS WITH VAGOTONIC TYPES OF AUTONOMOUS NERVOUS SYSTEM IN THE ANNUAL TRAINING CYCLE

R. I. Efremova, A. P. Spitsin

The paper presents the results of a study of the central and peripheral hemodynamics of 10-11-year-old skiers with a parasympathetic type of the autonomic nervous system. The study examined the calculated indicators of the cardiovascular system during the transition, preparatory, and competitive periods of training. The results of the study revealed specific changes in hemodynamic indicators depending on the training period and the activity of the parasympathetic autonomic nervous system. These changes reflect the specific effects of multidirectional loads on the bodies of young skiers.

Keywords: central hemodynamics; young skiers; annual training cycle.

Поступила в редакцию 02.05.2026 г.

Ефремова Руфина Ильсуровна
аспирант;
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров, РФ.
E-mail: rufina_85@inbox.ru
ORCID: 0009-0009-8378-0308
SPIN-код: 2568-1149

Efremova Rufina
postgraduate student;
Vyatka State University, Kirov, Russian Federation.
e-mail: rufina_85@inbox.ru

Спицин Анатолий Павлович
доктор медицинских наук, профессор;
ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет», г. Киров, РФ.
E-mail: rufina_85@inbox.ru
ORCID: 0000-0002-0942-6361
SPIN-код: 7499-8880

Spitsin Anatoly
doctor of Medical Sciences, Professor;
FSBEI HE "Kirov State Medical University", Kirov, Russian Federation
e-mail: rufina_85@inbox.ru