



НАУКА И СПОРТ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

ТОМ 9 №4
VOLUME

SCIENCE AND SPORT: current trends

Учредители:

Международная ассоциация
университетов
физической культуры и спорта,
Поволжский государственный
университет физической культуры,
спорта и туризма

Адрес редакции:

420010, Республика Татарстан, г. Казань,
территория Деревня Универсиады, д. 35.
телефон: 8 (843) 294-90-06
e-mail: scienceandsport@yandex.ru

Любое использование материалов
без разрешения редакции запрещено.

Свидетельство ПИ № ФС 77-64933
от 24.02.2016 г.

выдано Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций.

ISSN 2308-8826 (Print)
ISSN 2658-6800 (Online)

**Журнал включен Высшей аттестационной
комиссией Министерства образования
и науки РФ в Перечень российских
рецензируемых научных изданий,
в которых должны быть опубликованы
основные научные результаты
диссертаций на соискание ученой степени
кандидата наук, на соискание ученой
степени доктора наук по специальности
13.00.00 – педагогические науки.**

Рецензируемый научно-практический
журнал посвящен современным
фундаментальным и прикладным
проблемам спортивной науки, включая
вопросы спортивной педагогики, медицины,
физиологии и гуманитарных наук.
Распространяется среди университетов –
членов Международной ассоциации
университетов физической культуры
и спорта, а также среди широкого круга
путем адресной доставки и подписки.

Подписной индекс в Общероссийском
каталоге агентства «Роспечать»:
«Журналы России» 80199

Отпечатано в типографии ООО «Эрформ»
420054, г. Казань, ул. Техническая, 120
Формат 70х108/16. Тираж 500 экз. Заказ №1518
Подписано в печать: 06.12.21

Научно-практический журнал

НАУКА И СПОРТ: современные тенденции

№ 4 (Том 9), 2021 год

Главный редактор:

Набатов А.А. – д-р биол. наук (Нидерланды)

Ответственный редактор:

Зотова Ф.Р. – д-р пед. наук (Россия)

Редакционная коллегия:

Горелов А.А. – д-р пед. наук (Россия)
Городничев Р.М. – д-р биол. наук (Россия)
Евсеев С.П. – д-р пед. наук (Россия)
Закирьянов К.К. – д-р пед. наук (Казахстан)
Мельнов С.Б. – д-р биол. наук (Белоруссия)
Манолаки В.Г. – д-р пед. наук (Молдова)
Михалев В.И. – д-р пед. наук (Россия)
Платонов В.Н. – д-р пед. наук (Украина)
Сейранов С.Г. – д-р пед. наук (Россия)
Ситдииков Ф.Г. – д-р биол. наук (Россия)
Сонькин В.Д. – д-р биол. наук (Россия)
Таймазов В.А. – д-р пед. наук (Россия)
Cureton K. – PhD (USA)
Liakh V. – PhD (Poland)
Paasuke M. – PhD (Estonia)
Pontaga I. – PhD (Latvia)

Founders:

International Association
of Universities
of Physical Culture and Sports,
Volga Region State University
of Physical Culture,
Sport and Tourism

Editor's office:

Republic of Tatarstan,
420010 Kazan, 35
Universiade Village territory
Tel.: 8 (843) 294-90-06
e-mail: scienceandsport@yandex.ru

No part of this content may be used for any
purpose, unless explicit authorization
is given by the Editor.

Certificate of Registration of Media Outlet
ПИ № ФС 77 – 64933, February 24, 2016
issued by Federal Service of Supervision
in the Sphere of Communications, Information
Technology and Mass Communications.

ISSN 2308-8826 (Print)
ISSN 2658-6800 (Online)

**The journal is included by the Higher
Attestation Commission of the Ministry
of Education and Science of the Russian
Federation in the list of Russian reviewed
scientific journals, in which major scientific
results of theses for academic degrees of
doctor and candidate of science (PhD)
published in the specialty 13.00.00 –
pedagogical sciences.**

Peer-reviewed journal of Science and
Practice devoted to current fundamental
and applied problems of sport science
including issues of sport pedagogics,
medicine, physiology and humanitarian
sciences. Circulates to Universities –
members of International Association
of Universities of physical culture and
sports and a wide audience.

The journal is available
by target delivery and subscription.

The circulation is printed in
OOO «Erform» The Printing House
420054, Kazan, 120, Tekhnicheskaya str.
Format 70x108/16.

Circulation is 500 copies. Order №1518
Sent for the press: 06.12.21

Journal of Science and Practice

SCIENCE AND SPORT: current trends

№ 4 (Vol. 9), 2021

Chief editor:

Nabatov A.A. – Dr. of Biological Sciences (Netherlands)

Executive editor:

Zotova F.R. – PhD in Pedagogics (Russia)

Editorial board:

Gorelov A.A. – Dr. of Pedagogical Sciences (Russia)

Gorodnichev R.M. – Dr. of Biological Sciences (Russia)

Evseev S.P. – Dr. of Pedagogical Sciences (Russia)

Zakiryanov K.K. – Dr. of Pedagogical Sciences
(Kazakhstan)

Melnov S.B. – Dr. of Biological Science (Belorussia)

Manolakey V.G. – Dr. of Pedagogical Sciences (Moldova)

Mikhalyov V.I. – Dr. of Pedagogical Sciences (Russia)

Platonov V.N. – Dr. of Pedagogical Sciences (Ukraine)

Seyranov S.G. – Dr. of Pedagogical Sciences (Russia)

Sitdikov F.G. – Dr. of Biological Sciences (Russia)

Sonkin V.D. – Dr. of Biological Sciences (Russia)

Taymazov V.A. – Dr. of Pedagogical Sciences (Russia)

Cureton K. – PhD (USA)

Liakh V. – PhD (Poland)

Paasuke M. – PhD (Estonia)

Pontaga I. – PhD (Latvia)

Содержание

Спортивная физиология и морфология

М.М. Коростелева, И.В. Кобелькова, Р.М. Раджаббадиев, А.И. Соколов, М.М. Семенов, К.В. Выборная, Д.Б. Никитюк, А.А. Набатов, Д.С. Мартыканова, Ф.А. Мавлиев, Г.Г. Янышева, А.С. Назаренко. Влияние пищевого поведения спортсмена, занимающегося академической греблей, на параметры его пищевого статуса	6
--	---

А.М. Пухов, В.Ю. Ершов, Д.Н. Васильева, Ц.Ц. Цыренжапов, Р.М. Городничев. Стабилографические особенности сохранения изготровки при выполнении выстрелов из лука	19
---	----

Е.А. Семенова, Н.А. Кулемин, А.К. Ларин, Д.В. Попов, Г.Р. Тарасова, Г.В. Черепнев, Ф. Аль-Хелаифи, К. Георгакопулос, Н.А. Юсри, И. Дибун, О. Альбага, К. Сухре, М. Эль-Райес, Э.В. Генерозов, И.И. Ахметов. Роль геномных предикторов гематологических показателей в видах спорта на выносливость	26
---	----

Н.И. Шлык. Нормативы вариационного размаха кардиоинтервалов в покое и ортостазе при разных типах регуляции у лыжников-гонщиков в тренировочном процессе	35
---	----

Кинезиология

Д.С. Уткин, Г.М. Деменчук, А.Р. Халилов, Д.Н. Дербин, И.Я. Хасаншин. Исследование кинематики ударов каратэ с использованием инерциальных измерительных модулей	51
--	----

И.Я. Хасаншин, П.В. Никитин. Построение моделей ударов каратэ на основе различных видов искусственных нейронных сетей	58
---	----

Спортивная тренировка

В.В. Анцыперов, Н.Л. Горячева. Оценка статокINETической устойчивости высококвалифицированных акробатов	65
--	----

Д.И. Иванов. Модульная технология развития силовых способностей юных биатлонистов	72
---	----

О.И. Меновщикова. Анализ пространственного компонента соревновательных композиций эстетической гимнастики	77
---	----

О.Б. Соломахин, А.И. Слепнева, Ф. А. Мавлиев. Информированность тренеров о методах тренировок и тестирования в легкой атлетике	83
--	----

Физическое воспитание

Р.К. Бикмухаметов, А.Р. Бикмуллина, И.Ф. Нуруллин. Фитнес-клубы как средство привлечения взрослого населения к занятиям физической культурой	91
--	----

Р.Ш. Гарифуллин, Р.Р. Хайруллин, И.А. Зенуков, В.В. Шинкарев, И.Л. Умутбаев. Исследование влияния адаптивной технологии на физическую активность и академическую успеваемость студентов вуза	99
--	----

А.А. Чатинян, Е.С. Акопян. Влияние последствий коронавирусной пандемии на управление движениями у женщин, занимающихся оздоровительной физической культурой: панельные исследования	107
---	-----

А.В. Шведько. Борьба с лишним весом: основные стратегии похудения	114
---	-----

Спортивная медицина

Р.И. Кашапов. Травмы голени у спортсменов: классификация, симптомы и причины	124
--	-----

Спортивный менеджмент

В.А. Гореликов. Спонсорский инвентарь – ключевой элемент реализации возможностей спонсорства в спорте	134
---	-----

В.Б. Мяконьков, Л.Ш. Шитова. Эффективность управления сферой физической культуры и спорта на региональном уровне	142
--	-----

Правила для авторов	150
---------------------	-----

Contents

Sport physiology and morphology

M.M. Korosteleva, I.V. Kobelkova, R.M. Rajabkadiyev, A.I. Sokolov, M.M. Semenov, K.V. Vybornaya, D.B. Nikitjuk, A.A. Nabatov, D.S. Martykanova, F.A. Mavliev, G.G. Yanysheva, A.S. Nazarenko.	6
Influence of eating behavior of an academic rowing athlete on the parameters of his food status	

A.M. Pukhov, V.YU. Ershov, D.N. Vasilyeva, TS.TS. Tsyrenzhapov, R.M. Gorodnichev.	19
Stabilographic features of maintaining the vertical pose stability when performing archery	

E.K. Semenova, N.A. Kulemin, A.K. Larin, D.V. Popov, G.R. Tarasova, G.V. Cherepnev, F.AL Khelaifi, C. Georgakopoulos, N.A. Yousri, I. Diboun, O. Albagha, K. Suhre, M.A. Elrayess, E.V. Generozov, I.I. Ahmetov.	26
The role of genomic predictors of hematological traits in endurance sports	

N.I. Shlyk. Standards of the variational range of cardiac intervals at rest and during an orthostatic challenge with different types of regulation in ski racers in the training process	35
---	----

Kinesiology

D.S. Utkin, G.M. Demenchuk, A.R. Khalilov, D.N. Derbin, I.Ya. Khasanshin. Development of karate kick models based on various types of artificial neural networks	51
---	----

I.Y. Khasanshin, P.V. Nikitin. Development of karate kick models based on various types of artificial neural networks	58
--	----

Sports training

V.V. Antsyperov, N.L. Gorjacheva. Assessment of statokinetic stability in highly qualified acrobats	65
--	----

D.I. Ivanov. Modular technology of development of strength abilities of young biathlons	72
--	----

O.I. Menovshchikova. Analysis of the spatial component of competitive compositions of aesthetic group gymnastics	77
---	----

O.B. Solomakhin, A.I. Slepneva, F.A. Mavliev. Awareness of coaches about training and testing methods in athletics	83
---	----

Physical education

R.K. Bismukhametov, A.R. Bismullina, I.F. Nurullin. Fitness clubs as a means of attracting the adult population to physical education	91
--	----

R.Sh. Garifullin, R.R. Khairullin, I.A. Zenukov, V.V. Shinkarev, I.L. Umutbaev. Study of the impact of adaptive technology on physical activity and academic performance of students at the university	99
---	----

A. Chatinyan, E. Hakobyan. Influence of coronavirus pandemic consequences on motion control among women training in healthy physical culture: panel researches	107
---	-----

A.V. Shvedko. Weight loss: main strategies to lose weight	114
--	-----

Sports medicine

R.I. Kashapov. Knee injuries in athletes: classification, symptoms and causes	124
--	-----

Sports management

V.A. Gorelikov. Sponsorship inventory as a key element of the implementation of sponsorship opportunities in sports	134
--	-----

V.B. Myakonkov, L.Sh. Shitova. Effectiveness of physical culture and sports management at the regional level	142
---	-----

Guidelines for authors	150
-------------------------------	-----

НОРМАТИВЫ ВАРИАЦИОННОГО РАЗМАХА КАРДИОИНТЕРВАЛОВ В ПОКОЕ И ОРТОСТАЗЕ ПРИ РАЗНЫХ ТИПАХ РЕГУЛЯЦИИ У ЛЫЖНИКОВ- ГОНЩИКОВ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ

Н.И. ШЛЫК

Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

Аннотация

Цель исследования – определить при индивидуальных динамических исследованиях вариабельности сердечного ритма в покое и ортостазе нормативы вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) с учетом типа регуляции у лыжников-гонщиков в тренировочном процессе.

Методы и организация исследований. Проведены 559 динамических исследований ВСР в покое и ортостазе у 34 лыжников-гонщиков в возрасте 17-22 лет, имеющих спортивные квалификации 1-й взрослый разряд, КМС и МС, в разные периоды тренировочного процесса, утром после предыдущего тренировочного дня перед первой тренировкой с помощью аппарата Варикард 2.51 и программы «Варикард МП» (г. Рязань). Преобладающий тип вегетативной регуляции определялся по классификации, предложенной Н.И. Шлык [6,7,9,10,11,12].

Результаты исследования. При анализе 559 исследований ВСР определено семь диапазонов значения вариационного размаха кардиоинтервалов: <150 мс, 151-250, 251-350, 351-450, 451-550, 551-650 и >650 мс. Составлены нормативы показателей ВСР в покое и ортостазе у лыжников-гонщиков при разных диапазонах значения MxDMn с учетом преобладания дыхательных HF или вазомоторных LF волн независимо от периодов тренировочного процесса. Выявлены неблагоприятные диапазоны значения MxDMn утром в покое, при которых нарушается качество работы синусового узла, изменяется вегетативный баланс, ухудшается восстановление и реактивность организма. Частое изменение значения MxDMn в покое с благоприятного диапазона на неблагоприятный, а также постоянное наличие неблагоприятных диапазонов MxDMn у спортсменов в тренировочном процессе в сочетании с парадоксальной реакцией на ортостаз связаны с индивидуальной неустойчивостью процессов восстановления и состояния кардиорегуляторных систем в результате несоответствия функциональной готовности организма к выполнению тренировочных нагрузок, ведущих к перетренированности.

Заключение. По результатам исследования получены новые научные данные о нормативах вариационного размаха кардиоинтервалов ВСР в покое и ортостазе у лыжников-гонщиков с учетом типа вегетативной регуляции, преобладания дыхательных (HF) и вазомоторных волн (LF), которые важны для выявления и предупреждения самых ранних нарушений кардиорегуляторных систем, работы синусового узла, восстановительных процессов, перетренированности и прогнозирования спортивных результатов.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, вариационный размах кардиоинтервалов, тип регуляции, лыжники-гонщики, индивидуальный подход.

STANDARDS OF THE VARIATIONAL RANGE OF CARDIAC INTERVALS AT REST AND DURING AN ORTHOSTATIC CHALLENGE WITH DIFFERENT TYPES OF REGULATION IN SKI RACERS IN THE TRAINING PROCESS

N.I. Shlyk, ShlykNatalia@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-3165-9065

Udmurt State University, Izhevsk, Russia

Abstract

The purpose of the research – to determine, with individual dynamic studies of heart rate variability at rest and during an orthostatic challenge, the standards of the variational range of cardiac intervals (MxDMn), taking into account the type of regulation in ski racers in the training process.

Methods and organization of the research. 559 dynamic studies of HRV (Heart rate variability) at rest and during an orthostatic challenge were conducted in 34 First-Class ski racers aged 17-22 years, Candidates for Master of Sport and Masters of Sport. The research was carried out during different periods of the training process, in the morning after the previous training day and before the first training session of the current

day using the Varicard 2.51 device and the Varicard MP program (Ryazan). The predominant type of autonomic regulation was determined according to the classification proposed by N. I. Shlyk [6,7,9,10,11,12].

The results of the research. When analyzing 559 HRV studies, seven ranges of the value of the variational range of cardiac intervals were determined: <150 ms, 151-250, 251-350, 351-450, 451-550, 551-650 and >650 ms. The standards of HRV indicators at rest and during an orthostatic challenge in ski racers at different ranges of the MxDMn value were compiled. Respiratory HF waves or vasomotor LF waves prevailed apart from training process periods. Unfavorable ranges of the MxDMn value at rest in the morning were revealed, accordingly the quality of the sinus node is disrupted, the vegetative balance changed, the recovery and reactivity of the body deteriorated. The frequent change in the value of MxDMn at rest from a favorable range to an unfavorable one, as well as the constant presence of unfavorable ranges of MxDMn in athletes in the training process, combined with a paradoxical reaction to orthostasis, are associated with individual instability of the recovery processes and the state of cardiac regulatory systems due to a discrepancy in the functional readiness of the body to perform training loads, leading to overtraining.

Conclusion. According to the results of the study, new scientific data were obtained on the standards of the variation range of HRV cardiac intervals at rest and during an orthostatic challenge in ski racers, taking into account the type of autonomic regulation, the predominance of respiratory (HF) and vasomotor waves (LF), which were important for detecting and preventing the earliest violations of cardiac regulatory systems, the work of the sinus node, recovery processes, overtraining and prediction of sports results.

Keywords: heart rate variability, variational range of cardiac intervals, type of regulation, ski racers, individual approach.

ВВЕДЕНИЕ

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) – это мера изменения сердечного ритма организма, регулируемого вегетативной нервной системой. Наиболее распространенным и универсальным способом измерения вариабельности сердечного ритма является стандартная электрокардиограмма (ЭКГ), однако существует множество других надежных и действенных инструментов измерения (Schmitt et al., 2015). Вариабельность сердечного ритма – это результат динамического контроля над сердцем, регулируемого двумя отделами вегетативной нервной системы: симпатической и парасимпатической ветвями (Chen et al., 2011 [1]). По утверждению А. Tyagi, М. Cohen, J. Reese, S. Telles, L. Jones (2016), динамический баланс и взаимодействие между этими двумя отделами жизненно важны для того, чтобы организм мог адаптироваться и регулировать стрессы, с которыми сталкивается человек [20]. Как указывают J.-L. Chen с соавторами, 2011 [14] и Н. Hemingway, М. Shipley, Е. Brunner, А. Britton, М. Malik & М. Marmot, 2005 [17], оценка вариабельности сердечного ритма использовалась для распознавания потенциально здоровых и болезненных состояний, включая оценку сердечно-сосудистой заболеваемости, благополучия и смертности

[14, 17]. Понимание вариабельности сердечного ритма может дать ценную информацию о динамическом контроле сердца, отражающем способность человека адаптироваться к факторам окружающей среды. Исследованиями J.P. Abaji et al. (2016), А.Е. Aubert, В. Seps, F. Beckers (2003), С.Р. Bellenger et al. (2016) и Е.С.А. Hynynen et al. (2006) в рамках комплексных и лонгитудинальных исследований установлено влияние статуса спортсмена, различных типов тренировок, пола и возраста на показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР) спортсменов; выявлен вегетативный дисбаланс у перетренированных спортсменов и, соответственно, доказана перспективность использования показателей ВСР в диагностике перетренированности спортсменов, оценке способности организма адаптироваться к физической нагрузке, а также в изучении влияния процесса старения на вегетативный баланс [11, 12, 13, 15, 16, 18]. J.P. Abaji с коллегами изучали вегетативную модуляцию сердца у спортсменов университетов в различные фазы восстановления после травмы в состоянии покоя и при физической нагрузке [11]. По данным их исследований, мониторинг ВСР может помочь в диагностике уровня восстановления и дать представление о сроках безопасного возвращения к тренировочной деятельности [11].

Необоснованное наращивание тренировочных нагрузок без учета функционального состояния организма непосредственно перед каждой тренировкой ведет к поломкам в регуляторных механизмах, и в первую очередь в системах, регулирующих деятельность сердца. Основная информация о состоянии этих систем заключена в длительности и разбросе кардиоинтервалов R-R, раскрывающих особенности разных перестроек организма в процессе адаптационно-компенсаторных реакций системы кровообращения. [1] Регуляция синусового узла – это модель всего организма. Вариационный размах кардиоинтервалов (MxDMn) отражает максимальную амплитуду колебаний регуляторных возможностей.

При нарушении регуляции организм спортсмена становится крайне неустойчивым и уязвимым к внешним и внутренним воздействиям, что способствует развитию жизнеопасных нарушений ритма сердца. Согласно литературным данным, обязательным условием для оценки вариабельности является наличие синусового ритма. [1, 2, 3, 4, 8].

При анализе ВСР многие исследователи приводят разные результаты в основном средних величин вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn) у спортсменов: 220 мс, 420 мс, 510 мс. Согласно данным исследований Е.А. Гавриловой, у 31 лыжника показатель MxDMn в среднем составил 489,6 мс против 376,5 мс у менее квалифицированных 98 лыжников [2]. Р.М. Баевский (1968), А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский (1979), В.М. Михайлов (2002) считают, что увеличение вариационного размаха более 450-500 мс является проявлением дезадаптации. Наблюдения за элитными спортсменами показывают, что рост их квалификации сопровождается увеличением показателя MxDMn ВСР до более 600 мс [2]. Однако при определении этого значения авторы не учитывают индивидуальные типологические особенности вегетативной регуляции. Другие исследователи [5, 6, 7, 8] приводят результаты значений MxDMn у юных спортсменов с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции.

По данным результатов анализа ВСР, у лыжниц-гонщиц в покое диапазон значения MxDMn варьировал от 110 до 600 мс, что указывает на различия в состоянии кардиорегуляции, уровне восстановления и работе синусового узла.

У хорошо тренированных лыжниц-гонщиц, показывающих высокие спортивные результаты, значения MxDMn в покое больше варьируют в диапазонах 350-450 мс, что соответствует оптимальному состоянию вегетативной регуляции при умеренном преобладании HF волн, значениях VLF больше 240 мс² и нормальной реактивности на ортостаз. При этом визуально на кардиоритмограммах отмечается умеренная вариабельность, на скатерграммах ВСР – умеренный разброс точек в пределах эллипса. У них хорошее восстановление после предыдущего тренировочного дня [5, 7, 10].

Также показано, что у перетренированного лыжника 20 лет (МС) с выраженным преобладанием центрального контура регуляции (II тип) в покое диапазон колебаний значения MxDMn ВСР в разные дни был очень низким – в пределах 65-95 мс, а в ортостазе выявляется парадоксальная реакция, и этот показатель увеличивается до 370 мс [8]. Однако многими исследователями ортостатическое тестирование игнорируется, что не позволяет иметь истинное представление о резервных возможностях спортсмена [6, 11, 12].

Из представленных работ по анализу ВСР у лыжников можно сделать вывод, что нельзя получить точную информацию о состоянии кардиорегуляции, если не учитывать индивидуальный тип регуляции, вегетативную реактивность на ортостаз и визуально не оценивать состояние кардиоинтервалограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ [5, 6, 9].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной работе при анализе результатов ВСР важное значение имеет определение диапазона показателя MxDMn с учетом индивидуального типа вегетативной регуляции, характеризующего разное функциональное состояние организма и его ре-

зервные возможности. Такой подход важен для оценки индивидуальных границ регуляторно-резервных возможностей, уровня восстановления организма, появления первых признаков перетренированности и прогноза спортивных успехов у лыжников-гонщиков. Преобладающий тип вегетативной регуляции определялся по классификации, предложенной Н.И. Шлык (2009, 2020).

Выделено четыре типа регуляции с разными диапазонами значений BCP MxDMn, SI и VLF [5, 6, 8, 9]. Автор подчеркивает, что учет остальных временных и спектральных показателей обязателен. Проведение ортостатического тестирования является важным, так как позволяет более детально определять уровень вегетативной реактивности и резервных возможностей организма лыжников-гонщиков. Обязательным является также визуальный контроль за состоянием кардиоинтервалографии, скатертаграфии BCP и ЭКГ.

При подведении итогов исследования BCP утром до первой тренировки проводился анализ тренировочной нагрузки, выпол-

ненной спортсменом накануне, а также оценивались качество сна, соблюдение спортивного режима и самочувствие. Если это был школьник или студент, уточнялось время, затраченное спортсменом на учебу, а также режим питания. Обязательно учитывались день микроцикла, период тренировочного процесса, отдыха, участие в соревнованиях.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе результатов исследований BCP у лыжников-гонщиков в тренировочном процессе определено семь диапазонов вариационного размаха кардиоинтервалов MxDMn в покое: <150, 151-250, 251-350, 351-450, 451-550, 551-650 и >650 мс, которые соответствуют разному уровню работы синусового узла, разному типу вегетативной регуляции и процессам восстановления. В таблицах 2 и 4 показано, что с увеличением диапазонов значения MxDMn в покое от <150 до >650 мс увеличиваются показатели волновой структуры спектра BCP: TP, HF, LF, VLF, ULF – и снижается

Таблица 1 – Классификация преобладающих типов вегетативной регуляции сердечного ритма по данным анализа BCP (Шлык Н.И., 1992, 2009, 2020)
Table 1 – Classification of the predominant types of autonomic regulation of heart rate according to HRV analysis (Shlyk N.I., 1992, 2009, 2020)

Типы регуляции Types of regulation	Физиологическая интерпретация Physiological interpretation	Показатели BCP и диапазоны HRV indicators and ranges		
		MxDMn мс MxDMn ms	SI усл.ед. SI (conv. units)	VLF мс² VLF ms²
I тип I type	Умеренное преобладание центрального контура регуляции	151-250	>100	>240
II тип II type	Выраженное преобладание центрального контура регуляции	<150	>100	<240
III тип III type	Умеренное преобладание автономного контура регуляции	251-350 351-450 451-550	<100 >30	>240
IV тип IV type	Выраженное преобладание автономного контура регуляции	551-650 651-750	>10 <30	>240 TP>4000 <10000
IV тип патологический IV type pathological	Существенно выраженное преобладание автономного контура регуляции. Для высокотренированных спортсменов при отсутствии неблагоприятных реакций на ортостаз может трактоваться как норма. При неблагоприятных реакциях на ортостаз (парадоксальных, гипер- и гипореакциях) относится к патологическому типу.	>750	<10	<500 TP>10000-40000

значение SI. Установлено, что при одних и тех же диапазонах значения MxDMn могут преобладать дыхательные HF мс² или вазомоторные LF мс² волны, что говорит о разном вегетативном балансе и необходимости это учитывать при индивидуальном планировании тренировочных нагрузок лыжников-гонщиков (рисунки 1 и 2).

Преобладание мощности HF волн в спектре ВСР в покое встречалось в 365 случаях, из них в 22,7% выявлялись парадоксальные реакции на ортостаз в основном в диапазонах MxDMn <150 и 151-250 мс (таблицы 2 и 3). Преобладание LF волн у спортсменов выявлено в 193 случаях в покое, из них в 32% определялись неблагоприятные реакции на ортостаз в диапазонах MxDMn <150, 151-250 и 251-350 мс (таблицы 4 и 5). Парадоксальность вегетативной реактивности на ортостаз проявляется в увеличении показателей ВСР MxDMn, TP, LF, VLF вместо уменьшения, за исключением значения SI, которое может уменьшаться, резко возрастать или оставаться неизменным. Опе-

режающий рост мощности LF волн над HF волнами ВСР характеризуется как стрессреализующий процесс, который имеет большое значение в мобилизации организма в основном в соревновательном периоде [2, 8, 10]. В то же время постоянно выраженный преобладающий рост мощности вазомоторных LF волн в спектре ВСР в подготовительном и предсоревновательном периодах тренировочного процесса лыжников-гонщиков может указывать на функциональное перенапряжение адапционно-регуляторных механизмов и, как результат, плохое восстановление. Указанные в таблицах 2-4 диапазоны значения MxDMn ВСР соответствуют определенному преобладающему типу вегетативной регуляции. При значении MxDMn <150 мс отмечаются самые высокие показатели SI и низкая мощность HF-, LF- и особенно VLF- и ULF волн спектра ВСР. При этом типе регуляции в 100% случаев выявлены парадоксальные реакции на ортостаз (таблицы 3 и 5).

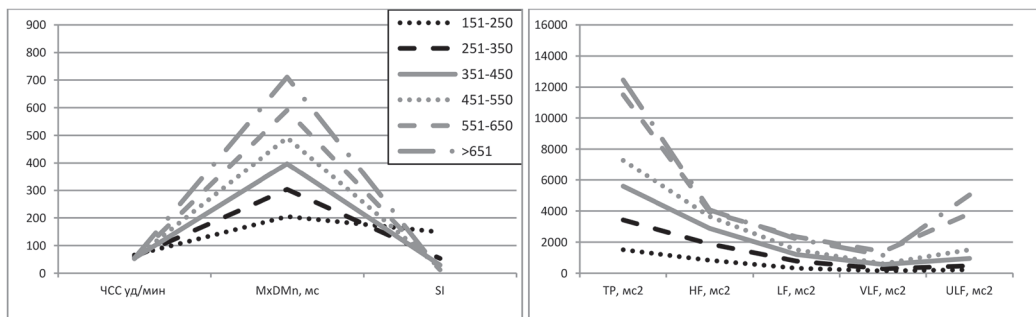


Рисунок 1 – Преобладание дыхательных волн (HF) над вазомоторными (LF) при разных диапазонах MxDMn
Figure 1 – Predominance of respiratory waves (HF) over vasomotor waves (LF) at different ranges of MxDMn

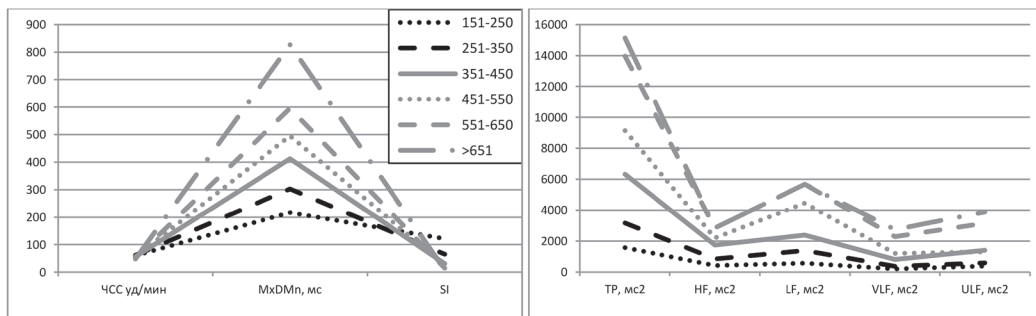


Рисунок 2 – Преобладание вазомоторных волн (LF) над дыхательными (HF) при разных диапазонах MxDMn
Figure 2 – Predominance of vasomotor waves (LF) over respiratory waves (HF) at different ranges of MxDMn

Таблица 2 – Нормативы показателей ВСР у лыжников-гонщиков с преобладанием мощности дыхательных волн (HF) в покое и оптимальных реакциях на ортостаз при разных диапазонах вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn)

Table 2 – Standards of HRV indicators in ski racers with a predominance of respiratory wave power (HF) at rest and optimal reactions to orthostasis at different ranges of the variational range of cardiac intervals (MxDMn)

Количество исследований Number of studies	Диапазон значений MxDMn мс Range of values MxDMn ms	ЧСС уд/мин Heart rate bpm		MxDMn, мс		SI		TP, мс2 TP, ms2		HF, мс2 HF, ms2		LF, мс2 LF, ms2		VLF, мс2 VLF, ms2		ULF, мс2 ULF, ms2	
		лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
29	MxDMn 151-250	65	89	205	151	149	410	1515	842	824	79	326	360	149	200	216	203
	M±m	6	8	27	33	58	199	450	415	363	52	151	192	60	145	161	215
80	MxDMn 251-350	59	83	303	201	54	235	3425	1569	1880	236	782	783	293	263	469	287
	M±m	6	10	27	57	14	155	768	942	621	266	288	607	122	159	307	242
108	MxDMn 351-450	54	79	397	238	29	188	5602	2126	2889	302	1205	1034	562	386	945	404
	M±m	7	11	26	68	7	194	1153	1244	1046	326	427	746	301	278	683	345
43	MxDMn 451-550	54	79	492	275	19	139	7273	2712	3641	428	1511	1246	605	519	1516	519
	M±m	7	12	33	85	5	121	1456	1584	1077	588	498	721	223	407	913	472
18	MxDMn 551-650	52	76	591	259	12	123	11492	2315	3927	309	2336	976	1388	566	3841	465
	M±m	5	10	28	71	4	66	3312	1208	1184	272	547	701	354	439	3308	293
4	MxDMn >650	54	70	711	403	10	50	12456	6497	4066	767	2204	1752	1152	882	5034	3097
	M±m	3	14	80	121	1	35	6955	3323	735	520	779	710	409	408	6107	2467

Таблица 3 – Показатели ВСР у лыжников-гонщиков с преобладанием мощности дыхательных волн (HF) в покое и парадоксальных реакциях на ортостаз при разных диапазонах вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn)

Table 3 – HRV indicators in ski racers with predominance of respiratory wave power (HF) at rest and paradoxical reactions to orthostasis at different ranges of the variational range of cardiac intervals (MxDMn)

Количество исследований Number of studies	Диапазон значений MxDMn мс Range of values MxDMn ms	ЧСС уд/мин Heart rate bpm		MxDMn, мс MxDMn, ms		SI		TP, мс2 TP, ms2		HF, мс2 HF, ms2		LF, мс2 LF, ms2		VLF, мс2 VLF, ms2		ULF, мс2 ULF, ms2	
		Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position
41	MxDMn <150	57	78	84	212	1047	216	239	1550	94	283	42	676	34	302	69	289
	M±m	4	8	29	85	675	145	155	1674	80	421	37	600	24	542	53	346
29	MxDMn 151-250	58	74	205	283	121	97	1616	2831	852	306	334	1685	160	488	270	351
	M±m	9	7	26	65	35	45	424	1741	339	256	184	1591	71	311	182	238
6	MxDMn 251-350	47	66	307	363	48	57	3886	3060	1811	447	891	1132	332	618	853	862
	M±m	8	14	35	88	24	37	709	1397	417	433	370	1022	100	278	399	631
4	MxDMn 351-450	49	73	400	455	23	41	6165	4912	3728	489	998	2900	621	809	816	714
	M±m	7	8	30	72	9	5	1347	1479	1412	287	256	1507	206	335	203	181
3	MxDMn 451-550	45	65	495	621	18	19	7831	12612	3362	1177	2457	6962	865	3221	1148	1252
	M±m	4	15	46	52	6	9	1552	8461	1529	555	1564	5249	282	2872	305	504

Выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонение от нормы
The selected HRV indicators at rest and during an orthostatic challenge show a deviation from the norm

Парадоксальные реакции на ортостаз являются показателем неблагоприятного прогноза как в состоянии здоровья спортсмена, так и в прогнозе спортивных результатов [8]. Так, при анализе показателей ВСР в таблице 6 и на рисунке 3 у лыжника-гонщика А. в подготовительном и предсоревновательном периодах в покое можно видеть постоянно низкие значения MxDMn – в диапазоне <150 мс, а показатель VLF< 240 мс2, особенно в соревновательном периоде, что соответствует выраженному преобладанию центрального контура регуляции. При проведении ортостаза во все дни исследований у него имеются парадоксальные реакции, когда вместо уменьшения показатели ВСР увеличиваются, кроме SI и HF волн (таблица 6). При этом в покое визуально на кардиоритмограммах

отсутствует вариабельность, на скатерграммах ВСР отмечается жесткий локальный ритм сердца, а на ЭКГ в покое и ортостазе имеются нарушения сердечного ритма, экстрасистолы и уплощенный зубец Т. (рисунок 3). Важно отметить, что с увеличением объема тренировочных нагрузок в предсоревновательном периоде наблюдается усиление централизации в покое, когда продолжают уменьшаться показатели ВСР MxDMn, HF, LF, VLF, нарастать величина SI и сохраняться парадоксальный ответ на ортостаз при умеренной фиксации. Эти устойчивые неблагоприятные результаты показателей ВСР в покое и ортостазе указывают на перетренированность лыжника. Ему требуется консультация кардиолога, восстановительная терапия и коррекция тренировочных нагрузок.

Таблица 4 – Нормативы показателей ВСР у лыжников-гонщиков с преобладанием мощности дыхательных волн (LF) в покое и оптимальных реакциях на ортостаз при разных диапазонах вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn)

Table 4 – Standards of HRV indicators in cross-country skiers with a predominance of respiratory wave power (LF) at rest and optimal reactions to orthostasis at different ranges of the variational range of cardiac intervals (MxDMn)

Количество исследований Number of studies	Диапазон значений MxDMn мс Range of values MxDMn ms	ЧСС уд/мин Heart rate bpm		MxDMn, мс MxDMn, ms		SI		TP, мс2 TP, ms2		HF, мс2 HF, ms2		LF, мс2 LF, ms2		VLF, мс2 VLF, ms2		ULF, мс2 ULF, ms2	
		Лежа lying position	Стой standing position	Лежа lying position	Стой standing position	Лежа lying position	Стой standing position	Лежа lying position	Стой standing position	Лежа lying position	Стой standing position	Лежа lying position	Стой standing position	Лежа lying position	Стой standing position	Лежа lying position	Стой standing position
14	MxDMn 151-250	60	83	217	153	122	410	1576	1222	417	77	574	618	200	268	385	259
	M±m	11	15	23	44	36	308	359	904	208	89	198	584	50	187	281	199
33	MxDMn 251-350	61	85	303	197	65	295	3171	1708	836	141	1392	1035	361	264	584	269
	M±m	10	13	25	57	20	341	713	1108	400	134	615	804	194	219	402	207
9	MxDMn 351-450	57	79	413	263	31	145	6331	2556	1739	248	2380	1249	814	568	1399	491
	M±m	6	12	25	88	6	119	779	1959	368	168	402	835	174	550	877	654
41	MxDMn 451-550	55	78	496	291	24	133	9148	3892	2193	614	4461	2114	1192	667	1302	496
	M±m	7	11	26	100	10	147	2612	3400	733	909	1849	2044	651	669	866	563
24	MxDMn 551-650	53	79	596	266	15	167	13952	3094	2848	413	5671	1255	2286	790	3146	636
	M±m	6	10	29	112	5	142	3267	2259	857	779	2127	919	1143	754	2617	530
6	MxDMn >650	49	79	702	256	9	133	14486	2867	2566	383	5171	1313	2592	568	4157	603
	M±m	7	12	72	85	4	96	2968	2182	815	307	1824	715	1072	659	2474	705

Таблица 5 – Показатели ВСР у лыжников-гонщиков с преобладанием мощности дыхательных волн (LF) в покое и парадоксальных реакциях на ортостаз при разных диапазонах вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn)

Table 5 – HRV indicators in ski racers with predominance of respiratory wave power (LF) at rest and paradoxical reactions to orthostasis at different ranges of the variational range of cardiac intervals (MxDMn)

Количество исследований Number of studies	Диапазон значений MxDMn мс Range of values MxDMn ms	ЧСС уд/мин Heart rate bpm		MxDMn, мс MxDMn, ms		SI		TP, мс2 TP, ms2		HF, мс2 HF, ms2		LF, мс2 LF, ms2		VLF, мс2 VLF, ms2		ULF, мс2 ULF, ms2	
		Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position
22	MxDMn <150	55	74	121	237	352	131	566	2346	115	403	194	1118	126	435	131	390
	M±m	4	8	15	64	104	74	175	1812	59	719	71	1010	48	289	75	277
21	MxDMn 151-250	58	79	201	265	136	115	1503	2776	341	244	579	1553	227	524	356	455
	M±m	14	13	22	56	49	48	369	1440	143	192	282	1108	112	289	269	283
17	MxDMn 251-350	58	75	294	386	71	53	3004	5858	609	592	1230	3615	426	824	740	828
	M±m	16	13	26	65	23	25	726	3132	300	317	448	2570	180	371	532	656
3	MxDMn 351-450	47	68	394	492	32	38	6426	10867	1471	1604	2936	6101	896	1752	1122	1410
	M±m	9	15	33	141	10	32	4981	4828	1844	1409	2942	131	741	1971	536	1446
1	MxDMn 551-650	42	68	559	577	8	17	22757	14991	3802	3967	12231	6444	3698	3027	3025	1554
	M±m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонение от нормы
The selected HRV indicators at rest and during an orthostatic challenge show a deviation from the norm

Таблица 6 – Показатели ВСР в покое и ортостазе с низкими значениями MxDMn у перетренированного лыжника-гонщика А. в подготовительном и предсоревновательном периодах

Table 6 – HRV indicators at rest and during an orthostatic challenge with low MxDMn values in the overtrained ski racer A. in the preparatory and pre-competition periods

Дата Date	ЧСС уд/мин Heart rate bpm		MxDMn, мс MxDMn, ms		SI		TP, мс2 TP, ms2		HF, мс2 HF, ms2		LF, мс2 LF, ms2		VLF, мс2 VLF, ms2		ULF, мс2 ULF, ms2	
	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position	Лежа lying position	Стоя standing position
17.09	53	71	109	280	452	78	1690	2618	1003	392	521	1471	114	122	53	633
05.10	59	74	47	278	1661	95	2676	2874	2278	1030	231	1463	110	237	57	145
12.10	58	81	75	355	814	94	198	2139	68	894	15	456	13	283	103	506

Выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонение от нормы
The selected HRV indicators at rest and during an orthostatic challenge show a deviation from the norm

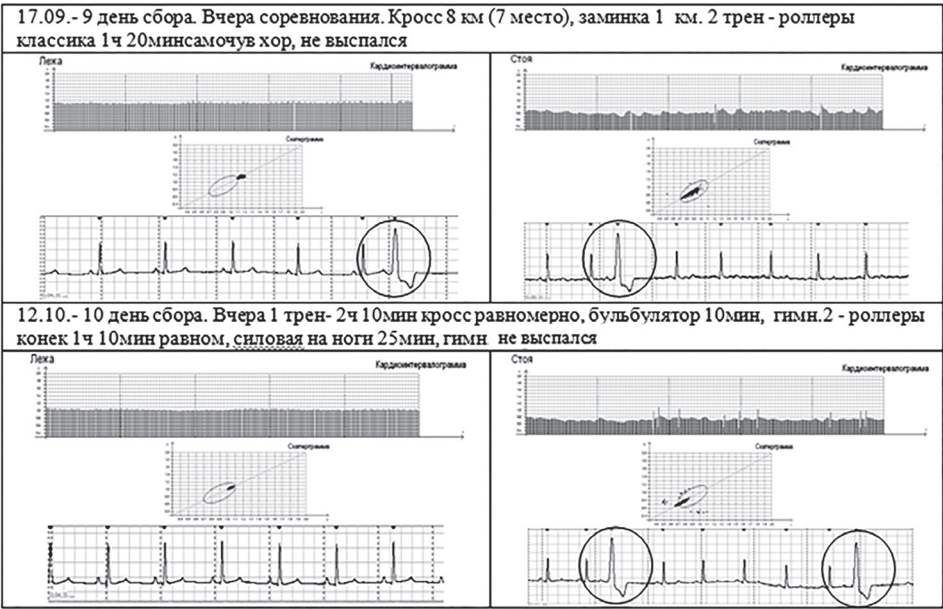


Рисунок 3 – Кардиоритмограммы, скаттерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе при постоянно малых значениях MxDMn и умеренной брадикардии у перетренированного лыжника-гонщика А.
Figure 3 – Cardiorhythmograms, scathergrams of HRV and ECG at rest and during an orthostatic challenge with constantly low values of MxDMn and moderate bradycardia in the overtrained ski racer A.

Другой пример (таблица 7) наглядно показывает, что при анализе ЧСС и ВСР у спортсменки с выраженным преобладанием центрального контура регуляции (II тип) в течение 6 месяцев отсутствует брадикардия, характерная для лыжников, имеются низкие значения показателей ВСР MxDMn, HF, LF, особенно VLF (<240 мс²) и ULF при больших значениях SI. При ортостазе усиливается парадоксальность вегетативной реактивности от подготовительного

к соревновательному периоду. Визуально на кардиоритмограммах постоянно отсутствует вариабельность, на скаттерграммах ВСР видно локальное скопление точек, на ЭКГ имеется жесткий ритм сердца (рисунок 4), то есть у спортсменки налицо патологический вегетативный «портрет» ВСР, который четко показывает, что автономный контур регуляции не справляется со своими функциями восстановления и сохранения гомеостаза [1].

Таблица 7 – Показатели вариабельности сердечного ритма в покое и ортостазе с учетом постоянно низких значений MxDMn у лыжницы А. (17 лет) в разные периоды тренировочного процесса
Table 7 – Indicators of heart rate variability at rest and during an orthostatic challenge, taking into account the constantly low values of MxDMn in the ski racer A. (17 years old) in different periods of the training process

Дата	ЧСС уд/мин		MxDMn, мс		SI		TP, мс2		HF, мс2		LF, мс2		VLF, мс2		ULF, мс2	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
26.07.19	72	76	123	193	363	149	564	1344	462	159	32	814	47	261	23	110
03.08.19	64	78	189	284	133	114	1495	2163	1156	98	102	1238	75	509	162	318
15.08.19	67	81	215	163	119	187	1859	1117	1169	97	425	844	96	100	169	75
17.08.19	74	78	145	235	267	100	857	1915	316	180	188	972	81	310	272	453
12.09.19	71	70	124	244	406	110	848	1774	433	248	246	700	93	328	76	498
05.01.20	73	87	111	232	462	126	474	1979	280	156	118	1124	46	390	30	309
08.01.20	70	81	110	305	423	69	505	3763	299	224	50	2284	41	762	114	493
12.01.20	69	82	187	277	151	88	1109	2378	474	154	82	1666	85	250	469	309

Выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонение от нормы
The selected HRV indicators at rest and during an orthostatic challenge show a deviation from the norm

Все это ведет к устойчивому нарушению восстановительных процессов. Выраженное преобладание центральной регуляции у этой спортсменки можно определить как перенапряжение, для которого характерны недостаточность адаптационных механизмов, их неспособность обеспечить оптимальную адекватную реакцию организма на воздействие постоянных неадекватных тренировочных нагрузок. В литературе имеются сведения о том, что постоянно выраженное преобладание центрального контура регуляции при дальнейшем продолжении тренировочного процесса ведет к поражению миокарда и развитию миокардиосклеротического кардиосклероза [2]. Спортсменка не показывает результатов на соревнованиях. Ей требуется повторное УМО и восстановительная терапия по его результатам.

Умеренному преобладанию центральных влияний на ритм сердца соответствует диапазон значений $MxDMn$ 151-250 мс (I тип регуляции), при котором в 51,0% случаев у лыжников-гонщиков отмечалось нарушение вегетативной реактивности на ортостаз, но при этом у них значение VLF всегда

больше 240 мс² по сравнению со II типом регуляции (таблицы 2 и 4).

Можно утверждать, что дизрегуляторные проявления у лыжников с низкими диапазонами $MxDMn$ указывают на нарушение процессов восстановления в первую очередь в результате неадекватного построения тренировочного режима, перетренированности и отклонений в состоянии здоровья. Диапазоны значения $MxDMn$ в пределах 251-350 мс характерны для пограничных состояний между I и III типами регуляции. Диапазоны 351-450 мс отражают среднюю, а 451-550 мс – верхнюю границу оптимального состояния автономного контура регуляции сердечного ритма (III тип регуляции).

У лыжников с этим типом регуляции отмечается выраженная брадикардия, повышенный тонус блуждающего нерва, умеренно сниженная активность подкорковых центров, отсутствие централизации управления, что говорит об экономной деятельности организма в покое, отсутствии парадоксальных реакций на ортостаз, хорошей приспособляемости к тренировочным нагрузкам и быстром восстановлении (таблицы 2 и 4). При появлении неблагоприятных реакций на ортостаз при III

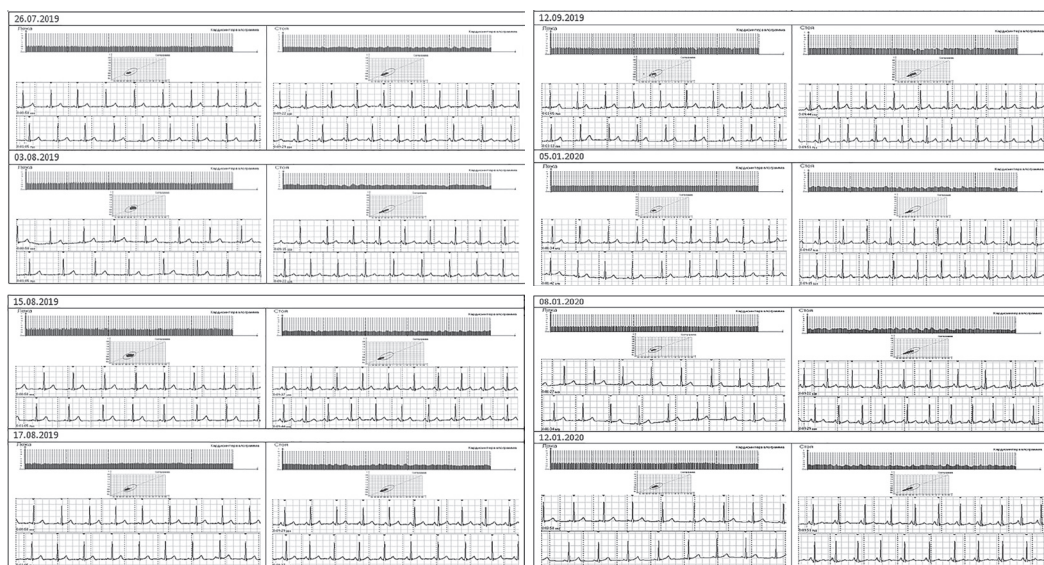


Рисунок 4 – Кардиоритмограммы, скаторграммы ВСР и ЭКГ у лыжницы с постоянно выраженным преобладанием центрального контура регуляции (II тип)

Figure 4 – Cardiorhythmograms, scathergrams of HRV and ECG in a female ski racer with the constant predominance of the central contour of regulation (type II)

типе регуляции, но при отсутствии нарушений сердечного ритма на ЭКГ, спортсменам требуется отдых и коррекция тренировочного режима (таблицы 3 и 5).
Для выраженного преобладания автономного контура регуляции характерны значения MxDMn в пределах 551-650 мс (IV тип регу-

ляции). Увеличение MxDMn >651 мс указывает как на различные нарушения сердечного ритма, так и на их отсутствие. Даже отсутствие аритмии при диапазонах MxDMn >600 мс может говорить о нарушении процессов адаптации (гиперадаптозе) и снижении функционального состояния у лыжников [4].

Таблица 8 – Показатели ВСР в покое и ортостазе с большими значениями MxDMn у лыжника-гонщика К. в подготовительном и соревновательном периодах
Table 8 – HRV indicators at rest and during an orthostatic challenge with high MxDMn values in the ski racer K. in the preparatory and competitive periods

Дата Date	ЧСС уд/мин Heart rate bpm		MxDMn, мс MxDMn, ms		SI		TP, мс2 TP, ms2		HF, мс2 HF, ms2		LF, мс2 LF, ms2		VLF, мс2 VLF, ms2		ULF, мс2 ULF, ms2	
	Лежа ying position	Стоя standing position	Лежа ying position	Стоя standing position	Лежа ying position	Стоя standing position	Лежа ying position	Стоя standing position	Лежа ying position	Стоя standing position	Лежа ying position	Стоя standing position	Лежа ying position	Стоя standing position	Лежа ying position	Стоя standing position
14.07	55	72	618	261	19	81	29467	2265	1655	486	9343	1058	3895	365	14574	355
15.11	57	81	606	223	16	131	19060	2106	3550	223	7783	1029	5027	540	2700	314

Выделенные показатели ВСР в покое и ортостазе указывают на отклонение от нормы
The selected HRV indicators at rest and during an orthostatic challenge show a deviation from the norm

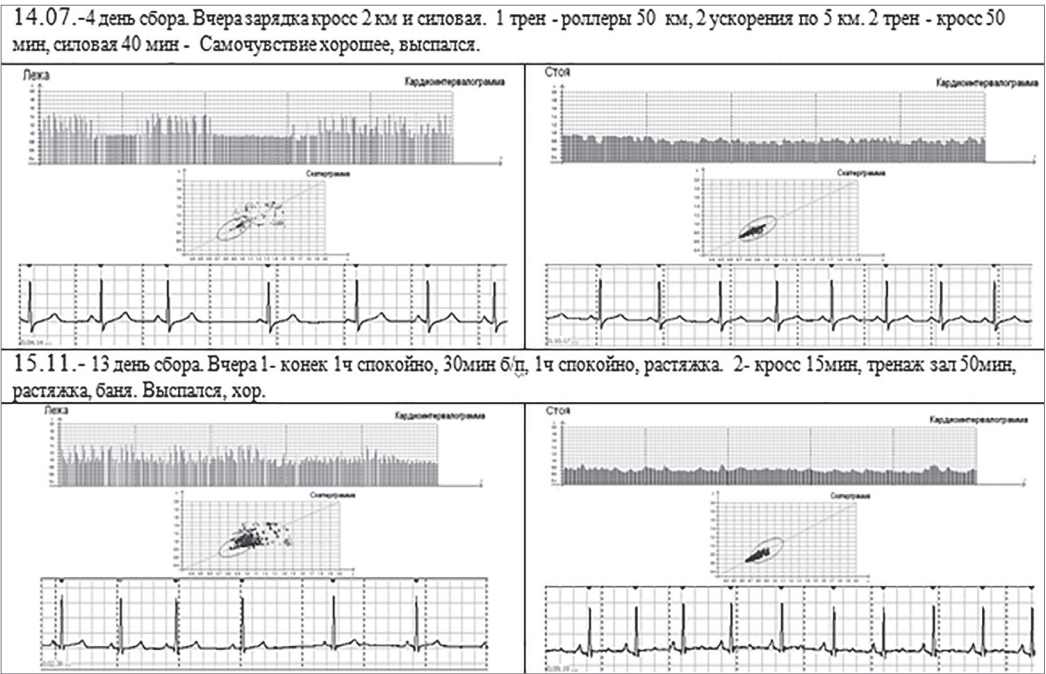


Рисунок 5 – Кардиоритмограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе при больших значениях MxDMn у лыжника-гонщика К.
Figure 5 – Cardiorhythmograms, scathergrams of HRV and ECG at rest and during an orthostatic challenge at high values of MxDMn in ski racer K.

В этом случае у них обязательно проводился визуальный контроль за состоянием кардиоинтервалограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе.

Так, в таблице 8 и на рисунке 5 приводятся результаты анализа ВСР в покое и ортостазе у лыжника-гонщика К. с выраженными значениями $MxDMn > 600$ мс и нарушением сердечного ритма на ЭКГ.

Здесь основное внимание, кроме показателей $MxDMn$, необходимо обратить и на очень высокие показатели суммарной площади спектра TP . Этого вполне достаточно для обязательной визуальной оценки состояния кардиоритмограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ в покое и ортостазе. У этого спортсмена как в подготовительном, так и в соревновательном периодах в покое на кардиоритмограммах, скатерграммах ВСР и ЭКГ имеются выраженные нарушения сердечного ритма (рисунок 5). В этом случае оценивать функциональное состояние организма по типу регуляции нельзя. Здесь нужно вести речь о нарушении работы синусового узла в результате перетренированности. Спортсмену требуется консультация кардиолога.

Таким образом, индивидуальная вариативность показателей ВСР очень велика и наиболее правильным является динамическое наблюдение за состоянием регуляторных

систем конкретных спортсменов. Поэтому оценка типологических состояний регуляторных систем в покое и вегетативной реактивности при ортостазе перед каждой тренировкой является весьма перспективной и актуальной. В следующем примере у спортсмена В. (таблица 9, рисунки 6 и 7) по результатам индивидуальных динамических исследований ВСР можно наблюдать моменты неустойчивой регуляции.

Здесь особое внимание необходимо обратить на то, что после седьмого дня сборов подготовительного периода на фоне увеличения брадикардии уменьшается вариационный разброс кардионтервалов $MxDMn$ и показателей ВСР TP , HF , LF , VLF , ULF в покое. При этом в ортостазе появляются парадоксальные реакции, когда вместо уменьшения показатели ВСР увеличиваются (таблица 9, рисунок 6). Визуально на рисунке 7 можно наблюдать изменение вариативности на кардиоритмограммах, выраженный разброс точек за пределами эллипса на скатерграммах ВСР и нарушение ритма с появлением экстрасистол на ЭКГ. В ортостазе на кардиоритмограммах и скатерграммах наряду с включением симпатического канала отмечается включение парасимпатического отдела, что подтверждает парадоксальность реакций на ортостаз, характерных для перетренированности (рисунок 7). При опросе перед исследова-

Таблица 9 – Динамика изменений показателей ВСР у лыжника В. (МС) в покое и ортостазе утром на сборах в подготовительном периоде

Table 9 – Dynamics of changes in HRV indicators in ski racer V. (MS) at rest and during an orthostatic challenge in the morning at training camps in the preparatory period

Дата Date	HR, уд./мин Heart rate bpm		MxDMn, мс MxDMn, ms		SI		TP, мс2 TP, ms2		HF, мс2 HF, ms2		LF, мс2 LF, ms2		VLF, мс2 VLF, ms2		ULF, мс2 ULF, ms2	
	лежа lying position	стоя standing position	лежа lying position	стоя standing position	лежа lying position	стоя standing position	лежа lying position	стоя standing position	лежа lying position	стоя standing position	лежа lying position	стоя standing position	лежа lying position	стоя standing position	лежа lying position	стоя standing position
13.07	49	84	525	312	18	76	9442	3963	3286	96	4060	3306	822	200	1273	359
19.07	45	78	597	323	7	58	18834	4603	6171	101	3991	3545	5934	759	2736	196
22.07	38	78	268	336	24	69	6235	7458	1952	83	1675	5365	1756	1182	850	827
27.07	40	68	295	404	53	33	4493	8253	3037	148	679	6745	248	495	437	863
12.08	39	79	110	407	435	56	1334	9523	914	138	303	8201	89	675	27	509
15.08	38	67	354	390	31	33	6113	6764	2381	107	1862	3958	1259	618	610	2080
23.08	37	70	104	294	717	59	4231	4833	1400	67	961	3808	1007	687	862	269

Выделенные показатели указывают на отклонение от нормы
The highlighted indicators indicate a deviation from the norm

дованиями спортсменов постоянно жаловался на плохой сон, на что тренер не обращал внимания. Между тем плохой сон является одним из важных признаков перетренированности. Спортсмену требуется восстановительная терапия. Из вышеуказанного следует, что при анализе ВСР у лыжников-гонщиков недопустимо ус-

реднение показателей ВСР с разными значениями МхДМп и разными типами регуляции. Такой подход к результатам анализа ВСР будет искажать истинную картину работы синусового узла и состояния кардиорегуляторных систем [5, 6, 8, 9]. Установлено, что преобладающий тип регуляции у каждого спортсмена в покое определяет

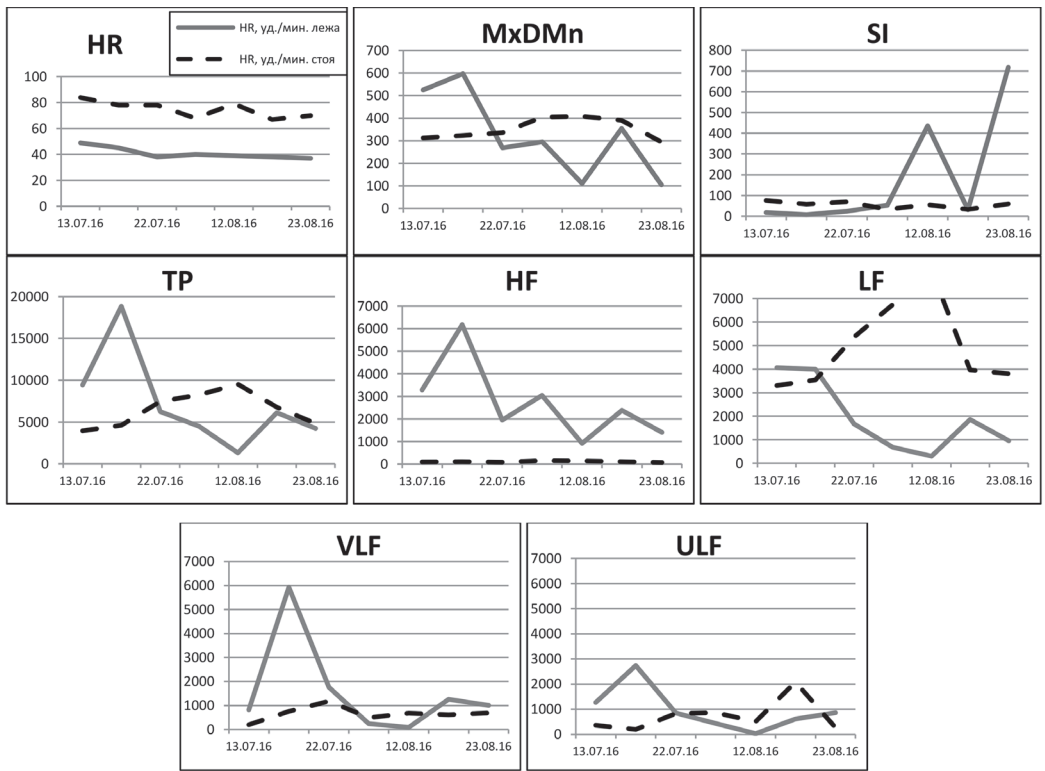


Рисунок 6 – Изменения вегетативной реактивности на ортостаз у лыжника В. (МС) при нарастании перетренированности на сборах в подготовительном периоде
Figure 6 – Changes in vegetative reactivity to orthostasis in ski racer V. (MS) with an increase in overtraining at training camps in the preparatory period

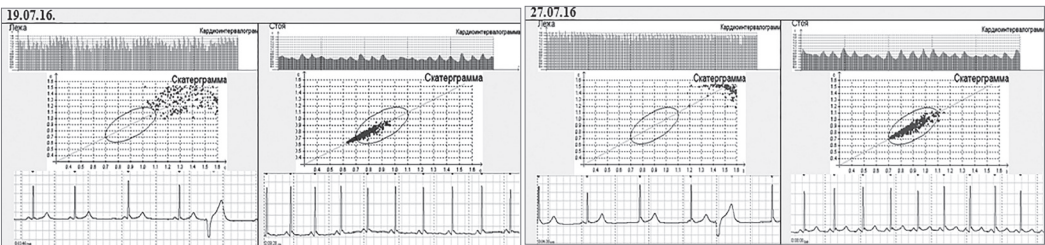


Рисунок 7 – Показатели кардиоритмограмм, скатерграмм и ЭКГ у перетренированного лыжника В. (МС) в покое и ортостазе на сборах в подготовительном периоде
Figure 7 – Indicators of cardiorythmograms, scattergrams and ECG in the overtrained ski racer V. (MS) at rest and during an orthostatic challenge at training camps in the preparatory period

границы колебаний вариационного размаха кардиоинтервалов (MxDMn), отделов вегетативной нервной системы, а также состояние функционирования организма в целом. Поэтому тренировочные нагрузки у лыжников-гонщиков с разными диапазонами значения MxDMn и разным вегетативным балансом не должны быть одинаковыми, что своевременно предупредит перенапряжение и перетренированность. Кроме того, при анализе ВСР у большинства лыжников-гонщиков в тренировочном процессе неоднократно встречается изменение диапазонов значения MxDMn с одного уровня на другой, что указывает на переход вегетативной регуляции с одного преобладающего типа на другой, то есть ее неустойчивость. Переход кардиорегуляции с благоприятного уровня на неблагоприятный обусловлен нарушением работы синусового узла, недостаточностью или парадоксальностью адаптационно-регуляторных процессов и связан в первую очередь с физическими перегрузками, ведущими к ухудшению процессов восстановления. Также важно отметить, что у ряда лыжников-гонщиков в покое (таблицы 3 и 5) отмечается выраженная брадикардия, которую нельзя трактовать как положительную, так как при этом имеются отрицательные реакции на ортостаз со стороны показателей MxDMn SI, TP, HF, LF, VLF, ULF. Это еще раз подтверждает, что частота сердечных сокращений не дает истинной информации о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы без учета качества регуляции по результатам анализа ВСР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Составлены нормативы показателей ВСР у лыжников-гонщиков на основе индивидуальных динамических исследований ВСР в покое и ортостазе с учетом величины вариационного размаха кардиоинтервалов MxDMn для оценки качества работы синусового узла, типа вегетативной регуляции, процессов восстановления и вегетативной реактивности. Выявлено, что неадекватность работы организма лыжников-гонщиков четко отражается на показателях ВСР, характеризующих вегетативный баланс, и в первую очередь на вариационном размахе кардиоинтервалов MxDMn. Установлено, что чрезмерно низкие или очень высокие величины показателей ВСР, резкие их колебания в покое с одного уровня на другой в ходе тренировочного процесса, а также наличие парадоксальных реакций на ортостаз требуют одновременной визуальной оценки состояния кардиоритмограмм, скатерграмм, ВСР и ЭКГ для получения более точной информации о состоянии кардиорегуляции и работе синусового узла. Отсутствие четкого представления о нормативах показателей ВСР, а также границах индивидуального преобладающего типа регуляции или игнорирование их не могут дать исследователю и тренеру истинную информацию о процессах восстановления, переносимости тренировочных нагрузок, появлении первых признаков перетренированности и прогнозе спортивных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский, Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. И. Кириллов, С. З. Клещкин. – М.: Наука, 1984. – 221 с.
2. Гаврилова, Е. А. Ритмокардиография в спорте: монография / Е. А. Гаврилова. – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2014. – 164 с.
3. Михайлов, В. М. Вариабельность ритма сердца (новый взгляд на старую парадигму): монография / В. М. Михайлов. – Иваново, 2017. – 516 с.
4. Рябыкина, Г. В. Вариабельность ритма сердца / Г. В. Рябыкина, А. В. Соболев. – М.: Изд-во «Оверлей», 2001. – 200 с.
5. Шлык, Н. И. Вариабельность сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значений MxDMn у лыжниц-гонщиц в тренировочном процессе / Н. И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. – 2020. – Т. 8, № 1. – С. 83-96.
6. Шлык, Н. И. Нормативы показателей вариабельности сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значения MxDMn и их изменение у биатлонистов в тренировочном процессе / Н. И. Шлык // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № 4. – С. 5-24.
7. 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. – С. 92-105.
8. Шлык, Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография / Н.

- И. Шлык – Ижевск : Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.
9. Шлык, Н. И. Показатели вариабельности сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значения MxDMn и их изменение у легкоатлетов-бегунов в тренировочном процессе / Н. И. Шлык, А. Е. Алабужев // Наука и спорт: современные тенденции. – 2020. – Т. 8, № 4. – С. 46-66.
 10. Шлык, Н. И. Анализ вариабельности сердечного ритма в контроле за тренировочной и соревновательной деятельностью спортсменов на примере лыжных видов спорта / Н. И. Шлык, Е. А. Гаврилова // Лечебная физическая культура и спортивная медицина. – 2016. – № 1 (133). – С. 17-23.
 11. Abaji J. P. et al. Persisting effects of concussion on heart rate variability during physical exertion // *Journal of neurotrauma*. – 2016. – Т. 33, № 9. – С. 811-817.
 12. Aubert A. E., Seps B., Beckers F. Heart rate variability in athletes // *Sports medicine*. – 2003. – Т. 33. – № 12. – С. 889-919.
 13. Bellenger C. R. et al. Monitoring athletic training status through autonomic heart rate regulation: a systematic review and meta-analysis // *Sports medicine*. – 2016. – Т. 46. – № 10. – С. 1461-1486.
 14. Chen, J.-L., Yeh, D.-P., Lee, J.-P., Chen, C.-Y., Huang, C.-Y., Lee, S.-D., Kuo, C.-H. (2011). Parasympathetic nervous activity mirrors recovery status in weightlifting performance after training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(6), 1546 – 1552. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181da7858
 15. Deus L. A. et al. Heart rate variability in middle-aged sprint and endurance athletes // *Physiology & behavior*. – 2019. – Т. 205. – С. 39-43.
 16. Esco M. R., Williford H. N. Relationship between post-exercise heart rate variability and skinfold thickness // *Springerplus*. – 2013. – Т. 2, № 1. – С. 1-7.
 17. Hemingway, H., Shipley, M., Brunner, E., Britton, A., Malik, M., & Marmot, M. (2005). Does autonomic function link social position to coronary risk? The Whitehall II study. *Circulation*, 111(23), 3071 – 3077. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.104.497347
 18. Hynynen E. S. A. et al. Heart rate variability during night sleep and after awakening in overtrained athletes // *Medicine and science in sports and exercise*. – 2006. – Т. 38, № 2. – С. 313.
 19. Schmitt, L., Regnard, J., Parmentier, A. L., Mauny, F., Mourot, L., Coulmy, N., & Millet, G. P. (2015). Typology of "Fatigue" by heart rate variability analysis in elite Nordic-skiers. *International Journal of Sports Medicine*, 36(12), 999 – 1007. doi: 10.1055/s-0035-1548885
 20. Tyagi, A., Cohen, M., Reece, J., Telles, S., & Jones, L. (2016). Heart rate variability, flow, mood and mental stress during yoga practices in yoga practitioners, nonyoga practitioners and people with metabolic syndrome. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 41(4), 381 – 393. doi: 10.1007/s10484-016-9340-2

REFERENCES

1. Baevsky R. M. Mathematical analysis of changes in heart rate under stress / R.M. Baevsky, O.I. Kirillov, S.Z. Kletskhin. – M.: Nauka, 1984. 221 p.
2. GavriloVA EA Rhythmocardiography in sports: a monograph – St. Petersburg: Publishing House of the North-Western Medical University named after I.I. Mechnikova, 2014. 164 p.
3. Mikhaylov V.M. Variabel'nost' ritma serdtsa (novyy vzglyad na staruyu paradigmu): monografiya [Heart Rate Variability (A New Look at the Old Paradigm)]. Ivanovo, 2017. 516 p.
4. Ryabykina G.V., Sobolev A.V., Variabel'nost' ritma serdtsa [Heart Rate Variability]. Moscow, Overley Publ., 2001. 200 p.
5. Shlyk N.I. Heart rate variability at rest and during an orthostatic challenge at different ranges of MxDMn values for female skiers in the training process // *Science and Sport: Current Trends*, 2020, vol. 8, no. 1, pp. 83-96. (in Russ.)
6. Shlyk N. I. Standards of indicators of heart rate variability at rest and orthostatic challenge at different ranges of MxDMn value and their change in biathletes in the training process. *Sport. Medicine*. 2020. vol. 20, no. 4. pp. 5-24.
7. Shlyk N.I., Lebedev E.S., Vershinina O.S. [Assessment of the Quality of the Training Process in Ski Racers and Biathletes Based on the Results of Daily Studies of Heart Rate Variability]. *Nauka i sport [Science and Sport: current trends]*, 2019, vol. 7, no. 2, pp. 92-105. (in Russ.)
8. Shlyk N.I. Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes: monograph – Izhevsk: Publishing house «Udmurt University», 2009. 259 p.
9. Shlyk N. I., Alabuzhev A.E. Indicators of heart rate variability at rest and during an orthostatic challenge at different ranges of MxDMn value and their change in athletes-runners in the training process // *Science and Sport: Current Trends*, 2020, vol. 8, no. 4, pp. 46-66.
10. Shlyk N.I., GavriloVA E.A. Analysis of heart rate variability in the control of the training and competitive activity of athletes using the example of skiing sports // *Medical Physical Culture and Sports Medicine*. 2016. no. 1 (133). pp. 17-23. (in Russ.)
11. Abaji J. P. et al. Persisting effects of concussion on heart rate variability during physical exertion // *Journal of neurotrauma*. – 2016. – Т. 33. – № 9. – С. 811-817.
12. Aubert A. E., Seps B., Beckers F. Heart rate variability in athletes // *Sports medicine*. – 2003. – Т. 33. – № 12. – С. 889-919.
13. Bellenger C. R. et al. Monitoring athletic training status through autonomic heart rate regulation: a systematic review and meta-analysis // *Sports medicine*. – 2016. – Т. 46. – № 10. – С. 1461-1486.
14. Chen, J.-L., Yeh, D.-P., Lee, J.-P., Chen, C.-Y., Huang, C.-Y., Lee, S.-D., Kuo, C.-H. (2011). Parasympathetic nervous activity mirrors recovery status in weightlifting performance after training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(6), 1546 – 1552. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181da7858
15. Deus L. A. et al. Heart rate variability in middle-aged sprint and endurance athletes // *Physiology & behavior*. – 2019. – Т. 205. – С. 39-43.

16. Esco M. R., Williford H. N. Relationship between post-exercise heart rate variability and skinfold thickness // Springerplus. – 2013. – Т. 2. – №. 1. – С. 1-7.
17. Hemingway, H., Shipley, M., Brunner, E., Britton, A., Malik, M., & Marmot, M. (2005). Does autonomic function link social position to coronary risk? The Whitehall II study. *Circulation*, 111(23), 3071 – 3077. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.104.497347
18. Hynynen E. S. A. et al. Heart rate variability during night sleep and after awakening in overtrained athletes // *Medicine and science in sports and exercise*. – 2006. – Т. 38. – №. 2. – С. 313.
19. Schmitt, L., Regnard, J., Parmentier, A. L., Mauny, F., Mourrot, L., Coulmy, N., & Millet, G. P. (2015). Typology of "Fatigue" by heart rate variability analysis in elite Nordic-skiers. *International Journal of Sports Medicine*, 36(12), 999 – 1007. doi: 10.1055/s-0035-1548885
20. Tyagi, A., Cohen, M., Reece, J., Telles, S., & Jones, L. (2016). Heart rate variability, flow, mood and mental stress during yoga practices in yoga practitioners, nonyoga practitioners and people with metabolic syndrome. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 41(4), 381 – 393. doi: 10.1007/s10484-016-9340-2

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Шлык Наталья Ивановна – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой валеологии и медико-биологических основ физической культуры, Удмуртский государственный университет, 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, корпус 5, e-mail: ShlykNatalia@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-3165-9065.

Поступила в редакцию 15 сентября 2021 г.

Принята к публикации 26 октября 2021 г.

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Шлык, Н.И. Нормативы вариационного размаха кардиоинтервалов в покое и ортостазе при разных типах регуляции у лыжников-гонщиков в тренировочном процессе / Н.И.Шлык // *Наука и спорт: современные тенденции*. – 2021. – Т. 9, № 4. – С. 35-50. DOI: 10.36028/2308-8826-2021-9-4-35-50

FOR CITATION

Shlyk N. I., Standards of the variational range of cardiac intervals at rest and during an orthostatic challenge with different types of regulation in ski racers in the training process. *Science and sport: current trends*, 2021, vol. 9, no.4, pp. 35-50 (in Russ.) DOI: 10.36028/2308-8826-2021-9-4-35-50