



TOSHKENT TIBBIYOT AKADEMIYASI URGANCH FILIALI
JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI
2 - TOM, MAXSUS SON-2. 2026
14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

УДК 612.172.2: 796.01

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДАХ СПОРТА:
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ
СПОРТСМЕНОВ**

¹Таралева Т.А.,



ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4046-6203>
sport.kardiolog@mail.ru

¹Махмудов Д.Э.,



ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8486-7714>
Email: pulmonologist.sm@gmail.com

²Атабаева С.М.,



Doctorcaodat1968@gmail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1491-2011>

²Сагитов Д.М.



<https://orcid.org/0009-0009-3609-7258>
dms.sochi@gmail.com

¹Республиканский научно-практический центр спортивной медицины.

²Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников

Введение: Вариабельность сердечного ритма (ВСР) это наиболее информативный метод оценки функционального состояния спортсменов. В последние годы показатель



TOSHKENT TIBBIYOT AKADEMIYASI URGANCH FILIALI
JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI
2 - TOM, MAXSUS SON-2. 2026
14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

активно используется в циклических видах спорта для контроля тренировочной адаптации, оценки процессов восстановления и профилактики перетренированности. В статье приведен обзор научных данных о применении ВСР в циклических видах спорта. Рассматриваются аспекты автономной регуляции сердечного ритма у спортсменов разной возрастной категории и возраста, а также перспективы использования ВСР в системе персонализированного управления тренировочным процессом.

Анализ параметров ВСР позволяет объективно оценивать состояние автономной нервной системы, уровень адаптации к физическим нагрузкам, эффективность восстановительных процессов и ранние признаки функционального перенапряжения. Благодаря высокой чувствительности к изменениям регуляторных механизмов ВСР широко используется в спортивной медицине для мониторинга тренировочного процесса и профилактики синдрома перетренированности. Наиболее актуальным применение ВСР является в циклических видах спорта, где спортивный результат определяется уровнем аэробной производительности, устойчивостью к длительным физическим нагрузкам и эффективностью восстановления. Современные исследования демонстрируют возможность использования показателей RMSSD, SDNN, HF, LF и отношения LF/HF для индивидуализации тренировочного процесса и повышения эффективности подготовки спортсменов различной квалификации. Несмотря на значительное количество исследований, результаты, посвященные применению ВСР в различных циклических видах спорта, остаются разрозненными и требуют систематизации. Анализ современных публикаций позволяет определить диагностическую ценность различных показателей ВСР, выявить особенности их применения в спортивной практике и оценить перспективы использования цифровых технологий для персонализированного управления тренировочным процессом. Спорт высших достижений нуждается в постоянном контроле адаптационных процессов организма спортсмена. Интенсивные физические нагрузки и усиленный режим тренировок приводят к необходимости поиска экспресс-методов оценки процессов адаптации. Одним из наиболее перспективных инструментов спортивной медицины является ВСР, характеризующая особенность автономной работы сердца [14]. Использование ВСР особенно актуально в циклических видах спорта, где результат напрямую зависит от аэробного энергообеспечения организма к восстановлению после нагрузок [10]. Циклические виды спорта характеризуются длительным выполнением однотипной двигательной деятельности и высокой зависимостью спортивного результата от состояния кардиореспираторной системы. В таких условиях ВСР рассматривается как показатель адаптации и подготовленности организма к нагрузке [10,15]. ВСР представляет собой разность интервалов между последовательными сердечными сокращениями (RR-интервалами). Эти колебания обусловлены сложным взаимодействием центральных и периферических регуляций. Симпатическая нервная система обеспечивает мобилизацию организма в ответ на физические и эмоциональные нагрузки, увеличивая частоту сердечных сокращений и снижая вариабельность ритма. Парасимпатическая нервная система, представленная главным образом блуждающим нервом, оказывает противоположное действие, замедляя сердечный ритм и увеличивает продолжительность интервалов между сердечными сокращениями [16].

Материалы и методы Работа выполнена в форме аналитического обзора современной научной литературы, посвященной применению вариабельности сердечного ритма в спортивной медицине и физиологии спорта.

В анализ были включены публикации отечественных и зарубежных авторов, посвященные оценке автономной регуляции сердечного ритма у спортсменов, использованию ВСР для мониторинга тренировочных нагрузок, восстановительных процессов и профилактики синдрома перетренированности. Основное внимание уделялось исследованиям последних лет (2020–2025 гг.), а также фундаментальным работам, имеющим высокую



научную значимость. При подготовке обзора использовались методы библиографического поиска, сравнительного анализа, обобщения и систематизации научной информации. Рассматривались исследования, выполненные в различных циклических видах спорта (бег на выносливость, велоспорт, лыжные гонки, академическая гребля, триатлон), включающие оценку временных и спектральных показателей вариабельности сердечного ритма (RMSSD, SDNN, HF, LF, LF/HF), а также их взаимосвязь с уровнем спортивной работоспособности, функциональным состоянием и адаптацией спортсменов к тренировочным нагрузкам.

Результаты и обсуждение: Результаты исследования Vesterinen и соавт. продемонстрировали, что спортсмены, обладающие более высокими исходными значениями BCP, характеризуются более выраженной адаптацией к аэробным тренировочным воздействиям и достигают большего прироста спортивных результатов после завершения тренировочного цикла [18]. Это позволяет рассматривать показатели BCP в качестве инструмента для прогнозирования индивидуальной эффективности тренировочных программ.

Эффективность применения BCP при планировании тренировочного процесса подтверждается данными систематического обзора Javaloyes и соавт., согласно которым использование тренировочных программ, основанных на ежедневном мониторинге показателей BCP, способствует более значительному увеличению максимального потребления кислорода ($\text{VO}_{2\text{max}}$) по сравнению с традиционными схемами подготовки [10]. В связи с этим в современной спортивной физиологии активно развивается концепция HRV-guided training, предполагающая индивидуальную корректировку тренировочных нагрузок на основе текущего функционального состояния автономной нервной системы.

Для оценки вариабельности сердечного ритма чаще всего используются временные и спектральные показатели: RMSSD (квадратический корень из средней суммы квадратов разностей соседних RR-интервалов), SDNN (стандартное отклонение последовательных нормальных интервалов), HF-компонент, отражающий парасимпатические влияния, LF-компонент, характеризующий смешанное вегетативное воздействие, а также соотношение LF/HF, применяемое для оценки автономного баланса [14].

Согласно результатам систематического обзора Nuuttila и соавт., применение BCP в качестве критерия регулирования тренировочных нагрузок позволяет повысить эффективность развития аэробных возможностей и одновременно снизить долю спортсменов, демонстрирующих слабый или отсутствующий ответ на тренировочные воздействия [15]. Это особенно актуально для подготовки бегунов, где индивидуальные различия в адаптационных процессах оказывают существенное влияние на спортивный результат.

Бег на различные дистанции рассматривается исследователями как одна из наиболее информативных моделей для изучения практического применения BCP в спорте. Установлено, что динамика показателей RMSSD и SDNN тесно связана с процессами восстановления организма после физической нагрузки и может служить основанием для своевременной коррекции тренировочного плана. После участия в соревнованиях на длинные дистанции обычно наблюдается временное снижение активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что сопровождается уменьшением значений BCP. Подобные изменения были зафиксированы в исследовании Fazackerley и соавт., где анализировались реакции организма спортсменов после преодоления ультрамарафонской дистанции протяжённостью 64 км. Авторы установили выраженные нарушения автономной регуляции сердечного ритма после финиша, при этом восстановление показателей до исходного уровня занимало несколько суток [6]. Многочисленные исследования также подтверждают наличие взаимосвязи между параметрами BCP и уровнем аэробной работоспособности. Более высокие значения показателей, характеризующих парасимпатическую активность, как правило, ассоциируются с лучшей функциональной готовностью спортсменов, более высокой



TOSHKENT TIBBIYOT AKADEMIYASI URGANCH FILIALI
JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI
2 - TOM, MAXSUS SON-2. 2026
14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

спортивной результативностью и ускоренным восстановлением после тренировочных и соревновательных нагрузок [6,18].

Дополнительные данные представлены в исследовании Хебиша Р.Г., Хебиша П. и Затоня М.В., посвящённом изучению изменений вариабельности сердечного ритма во время спринтерского интервального теста SIXT. Авторами была выявлена статистически значимая связь между динамикой временных и частотных параметров ВСР, концентрацией лактата в крови и показателями максимального потребления кислорода. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования ВСР в качестве информативного маркера метаболических и функциональных изменений, возникающих в ответ на высокоинтенсивные физические нагрузки [9].

Оценивая показатели вариабельности сердечного ритма у спортсменов, необходимо учитывать вид спортивной деятельности, половую принадлежность, возрастную категорию, спортивный стаж, период подготовки спортсменов. Метаанализ показал, что у женщин наблюдается значительно более низкие средние значения интервала RR и стандартного отклонения интервалов RR (SDNN). Спектральная плотность мощности ВСР у женщин характеризуется значительно меньшей общей мощностью, которая содержит значительно большую мощность высокочастотного (ВЧ) диапазона и меньшую мощность низкочастотного (НЧ) диапазона. Это также отражается более низким соотношением НЧ/ВЧ. Метарегрессионный анализ выявил значимые эффекты возраста, контроля дыхания и длительности записи, доступной для анализа. Несмотря на то, что у женщин наблюдается более высокая средняя частота сердечных сокращений, у них также отмечалась более высокая вагусная активность, оцениваемая по мощности высокочастотного компонента вариабельности сердечного ритма [12]. Детальный анализ вариабельности сердечного ритма у спортсменов был проведен Kiss O с соавт в 2016 году. Автономная регуляция у элитных спортсменов, описанная с помощью анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР), значительно отличается от таковой у здоровых людей. На ВСР влияли вид спорта и уровень подготовки, но не возраст или пол [12].

Велоспорт является одним из ведущих направлений изучения ВСР. Высокие тренировочные объёмы и значительные колебания нагрузки требуют постоянного контроля состояния спортсменов. Работы Hebisz и соавторов показали наличие взаимосвязи между динамикой показателей ВСР и реакцией организма на интервальные тренировки высокой интенсивности [9]. Авторы установили, что изменения временных и спектральных параметров ВСР коррелируют с метаболическими показателями утомления и позволяют оценивать степень восстановления спортсменов. В другом исследовании было показано, что реакция ВСР на увеличение тренировочной нагрузки зависит от исходного функционального состояния велосипедистов. У спортсменов с различными начальными значениями ВСР наблюдались разные варианты автономной адаптации к тренировочному стрессу [8]. Особый интерес представляет исследование Alfonso и соавторов, в котором продемонстрирована эффективность комплексного мониторинга ВСР, частоты сердечных сокращений в покое и субъективного самочувствия для управления тренировочным процессом у опытных велосипедистов [2]. Занятия спортом на выносливость вызывают в течение всего дня высокий парасимпатический тонус (более высокие значения RMSSD, pNN50 и HF, а также более низкое соотношение LF/HF). Однако только занятия спортом на выносливость имеют особенно высокую общую вариабельность сердечного ритма (более высокое значение SDNN), что указывает на то, что этот вид спорта может оказывать более существенное благоприятное воздействие на вегетативный профиль сердца [17].

Лыжные гонки относятся к числу наиболее энергозатратных видов спорта и предъявляют высокие требования к аэробным возможностям организма. Исследования показывают, что показатели ВСР тесно связаны с уровнем максимального потребления



TOSHKENT TIBBIYOT AKADEMIYASI URGANCH FILIALI
JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI
2 - TOM, MAXSUS SON-2. 2026
14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

кислорода у лыжников. У спортсменов с высокими значениями МПК отмечается более экономичная автономная регуляция сердечной деятельности. Для таких спортсменов характерны более выраженные парасимпатические влияния и более благоприятные показатели вегетативного баланса. Использование ВСР в лыжных гонках позволяет своевременно выявлять признаки функционального перенапряжения и корректировать тренировочные нагрузки в различные периоды подготовки. Корреляционный анализ в исследованиях Маркова А.Л. показал существенную отрицательную связь абсолютных значений МПК с LF/HF, мощностью LF и VLF-волн, при этом отмечена положительная связь с HF%. Относительная величина МПК на килограмм массы тела имеет значимые отрицательные связи с TP, LF, VLF, LF/HF, IC и положительную — с HF%. У лыжников-гонщиков показана существенная связь МПК с ВСР. У спортсменов с высоким МПК выявлен более экономный режим регуляции ритма сердца, чем у лиц с низким МПК [1].

В последние годы увеличилось количество исследований, посвящённых изучению ВСР у гребцов. Особое внимание уделяется спортсменам подросткового и юношеского возраста. По данным Edmonds и соавторов, в течение тренировочного сезона у юных гребцов наблюдается постепенное снижение парасимпатической активности, отражающее накопление тренировочного и эмоционального стресса [5]. Авторы отмечают необходимость контроля не только спортивных нагрузок, но и внешних факторов, включая учебную деятельность и психоэмоциональное напряжение. Регулярный мониторинг ВСР позволяет оптимизировать распределение нагрузок в годичном цикле подготовки гребцов и снижать риск развития переутомления.

Триатлон представляет собой уникальную модель циклической нагрузки, объединяющую плавание, велоспорт и бег. Высокая продолжительность соревнований создаёт значительную нагрузку на механизмы автономной регуляции. Исследования показывают, что динамика ВСР у триатлетов может использоваться для оценки эффективности восстановительных мероприятий и контроля адаптации к большим тренировочным объёмам [14,15]. Схожие результаты получены у спортсменов современного пятиборья. Изменения параметров ВСР позволяют выявлять признаки накопленной усталости и оценивать реакцию организма на стрессовые воздействия [7].

Одной из наиболее актуальных проблем спорта на выносливость остаётся синдром перетренированности. Его развитие сопровождается снижением спортивной работоспособности и нарушением процессов восстановления. Согласно данным метаанализа Manresa-Rocamora и соавторов, показатели ВСР могут использоваться для выявления признаков функциональной перегрузки у спортсменов циклических видов спорта [4, 13]. Вместе с тем интерпретация изменений должна учитывать индивидуальные особенности спортсмена.

Современные исследования свидетельствуют о том, что наиболее высокую диагностическую ценность имеет комплексный подход, включающий анализ ВСР, тренировочной нагрузки, субъективного самочувствия и качества сна [2,13,3].

Оптимизация тренировок спортсменов, занимающихся видами спорта на выносливость, предполагает тонкий баланс между перегрузкой и восстановлением. Эффективный мониторинг восстановления требует интеграции множества переменных. В исследовании Fazackerley L.A.(2019) оценивалась эффективность тренировочных протоколов, основанных на вагусно-опосредованной вариабельности сердечного ритма (HRV), частоте сердечных сокращений в покое (RHR) и субъективном самочувствии (WB), в улучшении результатов в велоспорте. Индивидуальные корреляции выявили различную силу взаимосвязей между физиологическими и субъективными маркерами. Сочетание vmHRV, RHR и WB обеспечивает более тонкую оценку готовности спортсмена и улучшает результаты тренировок по сравнению с использованием только vmHRV. Исследование подчеркивает



TOSHKENT TIBBIYOT AKADEMIYASI URGANCH FILIALI
JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI
2 - TOM, MAXSUS SON-2. 2026
14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

ценность интеграции физиологических и субъективных показателей для персонализации тренировочных протоколов и указывает на будущие направления совершенствования систем мониторинга с помощью передовой аналитики [6].

В настоящее время ВСР рассматривается как один из основных инструментов персонализации тренировочного процесса. Ежедневный мониторинг позволяет оценивать готовность спортсмена к нагрузке и своевременно корректировать тренировочные планы. Особенно важным является анализ динамики показателей в течение нескольких недель. Кратковременные колебания ВСР не всегда отражают реальные изменения функционального состояния, тогда как устойчивые тенденции позволяют более объективно оценивать процессы адаптации. Наиболее перспективным направлением считается использование алгоритмов искусственного интеллекта и цифровых платформ для комплексной интерпретации физиологических показателей спортсменов [2,11].

Современные научные данные подтверждают высокую информативность вариабельности сердечного ритма в циклических видах спорта. Показатели ВСР позволяют оценивать процессы адаптации, контролировать восстановление и предупреждать развитие функционального перенапряжения. Использование ВСР способствует реализации принципов персонализированной подготовки спортсменов и повышению эффективности тренировочного процесса. Дальнейшее развитие цифровых технологий и методов анализа физиологических данных открывает новые возможности для применения ВСР в спортивной медицине и физиологии спорта.

Заключение: Применение ВСР в беге, велоспорте, лыжных гонках, гребле, триатлоне и других циклических дисциплинах позволяет своевременно выявлять признаки функционального перенапряжения, предупреждать развитие перетренированности и осуществлять индивидуальную коррекцию тренировочных программ. Наибольшую практическую ценность имеют динамический мониторинг показателей RMSSD, SDNN, HF, LF и соотношения LF/HF в сочетании с оценкой тренировочной нагрузки, качества сна, частоты сердечных сокращений в покое и субъективного самочувствия спортсмена. Проведённый анализ литературы свидетельствует о том, что использование ВСР соответствует современным принципам персонализированной спортивной медицины и позволяет повысить эффективность тренировочного процесса за счёт индивидуализации физических нагрузок. При этом интерпретация показателей должна осуществляться с учётом пола, возраста, спортивной квалификации, специализации, этапа подготовки и индивидуальных особенностей адаптационных реакций спортсменов. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка единых алгоритмов интерпретации показателей ВСР для различных циклических видов спорта, создание интегрированных систем мониторинга, объединяющих физиологические, биохимические и субъективные показатели, а также внедрение технологий искусственного интеллекта и цифровых платформ для прогнозирования функционального состояния спортсменов и оптимизации тренировочного процесса. Такой комплексный подход позволит повысить точность оценки адаптационных возможностей организма, снизить риск развития перетренированности и обеспечить сохранение здоровья при достижении высоких спортивных результатов.

Список литературы

1. Марков А.Л. Вариабельность сердечного ритма у лыжников-гонщиков с разным уровнем максимального потребления кислорода // Экология человека. 2022
2. Alfonso C., Clarke D.C., Capdevila L. Individual Training Prescribed by HRV, Heart Rate and Well-Being Scores in Experienced Cyclists // Scientific Reports. 2025



TOSHKENT TIBBIYOT AKADEMIYASI URGANCH FILIALI
JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI
2 - TOM, MAXSUS SON-2. 2026
14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

3. Bellenger C.R. et al. Monitoring Athletic Training Status Through Autonomic Heart Rate Regulation // Sports Medicine. 2016.
4. Deus L.A. et al. Heart Rate Variability in Middle-Aged Sprint and Endurance Athletes // Physiology & Behavior. 2019.
5. Edmonds R., Egan-Shuttler J., Ives S.J. Heart Rate Variability Responses to a Training Cycle in Female Youth Rowers // IJERPH. 2020.
6. Fazackerley L.A., Fell J.W., Kitic C.M. The Effect of an Ultra-Endurance Running Race on Heart Rate Variability // Eur J Appl Physiol. 2019.
7. Gąsior J.S. et al. Heart Rate Variability Parameters during Sympathetic Nervous System Activity Stimulation in Elite Modern Pentathlons // Diagnostics. 2020.
8. Hebisz P., Hebisz R., Jastrzębska A. Predict Changes in Heart Rate Variability among Cyclists // IJERPH. 2021.
9. Hebisz R.G., Hebisz P., Zatoń M.W. Heart Rate Variability After Sprint Interval Training in Cyclists // J Strength Cond Res. 2022.
10. Javaloyes A., Sarabia J.M., Lamberts R.P. et al. HRV-Based Training for Improving VO₂max in Endurance Athletes // IJERPH. 2020
11. Kiss O. et al. Detailed Heart Rate Variability Analysis in Athletes // Clinical Autonomic Research. 2016.
12. Koenig J, Thayer JF. Sex differences in healthy human heart rate variability: A meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev.* 2016 May;64:288-310. doi: 10.1016/j.neubiorev.2016.03.007. Epub 2016 Mar 7. PMID: 26964804.
13. Manresa-Rocamora A. et al. Heart Rate-Based Indices to Detect Parasympathetic Hyperactivity in Functionally Overreached Athletes // Scand J Med Sci Sports. 2021.
14. Mosley E., Laborde S. A Scoping Review of Heart Rate Variability in Sport and Exercise Psychology // International Review of Sport and Exercise Psychology. 2024
15. Nuuttila O.P., Nikander A., Polomoshnov D. et al. Monitoring and Adapting Endurance Training on the Basis of HRV // Journal of Science and Medicine in Sport. 2021.
16. Sammito S, Thielmann B and Böckelmann I (2024) Update: factors influencing heart rate variability—a narrative review. *Front. Physiol.* 15:1430458. doi: 10.3389/fphys.2024.1430458
17. Sztajzel J, Jung M, Sievert K, Bayes De Luna A. Cardiac autonomic profile in different sports disciplines during all-day activity. *J Sports Med Phys Fitness.* 2008 Dec;48(4):495-501. PMID: 18997654
18. Vesterinen V. et al. Heart Rate Variability in Prediction of Individual Adaptation to Endurance Training in Recreational Endurance Runners // Scand J Med Sci Sports. 2013.