

## ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ПОДРОСТКОВ-ФУТБОЛИСТОВ В ПРЕДСОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ



Рузиева Амира Асроровна, Мавлянова Зилола Фархадовна  
Самаркандский государственный медицинский университет, Республика Узбекистан, г. Самарканд

### ЎСМИР ФУТБОЛЧИЛАРНИНГ МУСОБАҚА ОЛДИ ДАВРИДАГИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИК КЎРСАТКИЧЛАРИ ВА ЮРАК РИТМИНИНГ ЎЗГАРУВЧАНЛИГИ

Рузиева Амира Асроровна, Мавлянова Зилола Фархадовна  
Самарканд Давлат тиббиёт университети, Ўзбекистон Республикаси, Самарканд ш.

### ELECTROCARDIOGRAPHIC INDICATORS AND HEART RATE VARIABILITY IN ADOLESCENT FOOTBALL PLAYERS IN THE PRE-COMPETITION PERIOD

Ruzieva Amira Asrorovna, Mavlyanova Zilola Farkhadovna  
Samarkand State Medical University, Republic of Uzbekistan, Samarkand

e-mail: [info@sammu.uz](mailto:info@sammu.uz)

**Резюме.** Ушбу мақолада ўсмир футболчиларда мусобақа олди даврида электрокардиографик кўрсаткичлар ва юрак ритмининг ўзгарувчанлиги (ЮРЎ) таҳлили келтирилган. Тадқиқотда камида уч йилдан буён футбол билан мунтазам шугулланиб келаётган 14-16 ёшдаги 28 нафар ёш спортчи иштирок этди. Текширув тинч ҳолатда стандарт ЭКГ текшируви ва кардиоинтервалография усули билан ЮРЎ таҳлилини ўз ичига олган. Аниқланишича, аксарият футболчиларда ўртача брадикардияга мойиллик билан синус ритми қайд этилади, бу юрак-қон томир тизимининг юқори даражадаги машқланганлигини акс эттиради. ЮРЎ кўрсаткичлари парасимпатик таъсирнинг устунлиги билан тавсифланган (SDNN ва RMSSD нинг юқори қийматлари). Ўсмирларнинг бир қисмида ЮРЎ кўрсаткичларининг пасайиши ва стресс индексининг ошиши кузатилди, бу эса мусобақа олди даврида бошқарув механизмларининг зўриқиши ва юклама режимини назорат қилиш зарурлигини кўрсатади.

**Калит сўзлар:** футбол, ўсмирлар, ЭКГ, юрак ритмининг ўзгарувчанлиги, адаптация, мусобақа олди даври.

**Abstract.** This article presents an analysis of electrocardiographic indicators and heart rate variability (HRV) in adolescent football players during the pre-competition period. The study involved 28 young athletes aged 14–16 who had been regularly playing football for at least three years. The examination included a standard ECG test at rest and HRV analysis using cardiointervalography. It was found that most footballers had a sinus rhythm with a tendency toward moderate bradycardia, reflecting a high level of cardiovascular fitness. HRV indicators were characterized by a predominance of parasympathetic influence (high SDNN and RMSSD values). Some adolescents showed a decrease in HRV indicators and an increase in the stress index, which indicates tension in regulatory mechanisms and the need for control.

**Keywords:** soccer, adolescents, ECG, heart rate variability, adaptation, pre-competition period.

**Актуальность.** Функциональная готовность спортсменов во многом определяется состоянием автономной регуляции сердечно-сосудистой системы [1], [2]. Методы, такие как электрокардиография (ЭКГ) и анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР), являются информативными неинвазивными инструментами, позволяющими оценить состояние регуляторных механизмов и степень адаптации к физическим нагрузкам [3, 4, 5]. Для подростков-спортсменов, находящихся в фазе активного биологического созревания, контроль ЭКГ и ВСР в предсоревно-

вательном периоде имеет особое значение, так как позволяет выявить признаки функционального перенапряжения, снизить риск кардиологических нарушений и оптимизировать тренировочный процесс [6–10].

**Цель исследования.** Изучить электрокардиографические показатели и параметры вариабельности сердечного ритма у подростков-футболистов в предсоревновательном периоде.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 28 подростков-футболистов в возрасте 14–16 лет, с опытом занятий футболом

от 3 до 5 лет. Все участники проходили плановую подготовку в спортивной школе и находились в состоянии здоровья, позволяющем выполнять физические нагрузки (табл. 1). Обследование проводилось в утренние часы, в состоянии покоя и после стандартной разминки, с целью оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы и адаптации к нагрузке.

ЭКГ проводилась в 12 стандартных отведениях для оценки электрической активности сердца. При анализе учитывались частота сердечных сокращений (ЧСС), ритм сердца (синусовый или патологические варианты), электрическая ось сердца, продолжительность интервалов PQ, QRS, QT и наличие функциональных изменений, таких как синусовая брадикардия, аритмии, миграция водителя ритма и др.

ЭКГ позволяла определить исходный функциональный уровень сердечно-сосудистой системы и выявить возможные адаптационные или функциональные изменения в ответ на нагрузку.

Вариабельность сердечного ритма (BCP) изучалась с использованием компьютерного комплекса для кардиоинтервалографии. Рассчитывались следующие показатели: SDNN - стандартное отклонение RR-интервалов, отражающее общую вариабельность ритма, RMSSD - квадратный корень из среднеквадратичных различий последовательных RR-интервалов, показатель парасимпатической активности, pNN50 - процент последовательных RR-интервалов, различающихся более чем на 50 мс, LF, HF, LF/HF - спектральные показатели, характеризующие симпатическую и парасимпатическую активность автономной нервной системы, индекс стресса (IS) - интегральный показатель напряжения регуляторных систем организма.

Применение данных методов позволило получить комплексную характеристику адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы подростков-футболистов, оценить функциональную реакцию на физическую нагрузку и выявить индивидуальные особенности регуляции сердечного ритма.

Все полученные результаты подвергались статистической обработке с использованием программного обеспечения для медицинской статисти-

стики (например, SPSS, версия 26.0). Основные этапы обработки включали расчет описательных статистик: среднее значение (M) и стандартное отклонение (SD) для количественных показателей (ЧСС, АД, интервалы ЭКГ, показатели BCP). Определение статистически значимых различий при уровне значимости  $p < 0,05$ . Корреляционный анализ проводился для выявления взаимосвязи между ключевыми показателями, такими как индекс Руфье и время восстановления ЧСС, с использованием коэффициента корреляции Пирсона (r); Оценка значимости выявленных корреляций при  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования.** В данном разделе представлены данные о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы и автономной регуляции у подростков-футболистов в предсоревновательный период. Рассмотрены показатели электрокардиографии (ЭКГ), вариабельности сердечного ритма (BCP), динамика восстановления ЧСС после дозированной нагрузки, а также результаты корреляционного анализа, позволяющие выявить взаимосвязь между основными функциональными показателями и оценить адаптационные возможности спортсменов.

Все данные представлены в виде таблиц с указанием средних значений, стандартных отклонений и комментариев, отражающих функциональное состояние сердца и автономной нервной системы у обследованных подростков.

Таблица 2 отражает электрокардиографические показатели в покое у подростков-футболистов ( $n=28$ ). Так частота сердечных сокращений (ЧСС) составила  $63,4 \pm 7,2$  уд/мин. У большинства спортсменов регистрировался синусовый ритм, что характерно для тренированных подростков и отражает исходный функциональный уровень сердца. Интервал PQ равен  $0,14 \pm 0,02$  с, что находится в пределах нормы и свидетельствует о нормальной проводимости предсердий. Интервал QRS составил  $0,08 \pm 0,01$  с, что соответствует норме и указывает на отсутствие признаков внутрисердечной блокады. QTc составил  $0,39 \pm 0,03$  с, что соответствует нормальным показателям реполяризации. Нарушений реполяризации у обследованных подростков не выявлено.

**Таблица 1.** Характеристика исследуемых футболистов,  $n=28$

Показатель	Значение
Количество участников	28
Возраст, лет	14–16
Пол	юноши
Опыт занятий футболом	3–5 лет
Среднее количество тренировок в неделю	4–5
Средняя продолжительность тренировки	90–120 минут
Состояние здоровья	без острых и хронических заболеваний, допущены к занятиям спортом

**Таблица 2.** Электрокардиографические показатели у подростков-футболистов в покое, n=28

Показатель	Среднее ± SD	Комментарий
ЧСС, уд/мин	63,4 ± 7,2	Синусовый ритм у большинства спортсменов, характерный для тренированных подростков.
Интервал PQ, с	0,14 ± 0,02	В пределах нормы, отражает нормальную проводимость предсердий.
Интервал QRS, с	0,08 ± 0,01	Соответствует норме, нет признаков внутрисердечной блокады.
QTc, с	0,39 ± 0,03	Нормальные показатели реполяризации, отклонений не выявлено.
Реполяризация	—	Нарушений не отмечено.

**Таблица 3.** Показатели variability сердечного ритма (BCP) у подростков-футболистов в покое, n=28

Показатель	Среднее ± SD	Комментарий
SDNN, мс	72,3 ± 15,8	Высокая variability, отражает нормальное общее состояние автономной регуляции.
RMSSD, мс	65,1 ± 13,4	Преобладание парасимпатического влияния, хорошая адаптация к нагрузке.
LF/HF	0,92 ± 0,26	Баланс симпатической и парасимпатической активности в норме.
Индекс стресса (IS)	—	У большинства спортсменов в пределах нормы; у 25% — >150, что свидетельствует о напряжении регуляторных механизмов.

**Таблица 4.** Часть спортсменов с признаками перегрузки (n=28)

Показатель	Процент спортсменов	Комментарий
SDNN < 50 мс	25%	Снижение общей variability ритма, признак напряжения автономной регуляции.
IS > 150 усл. ед.	25%	Повышенный стрессовый индекс, указывает на перегрузку и потребность в восстановлении.

**Таблица 5.** Корреляция показателей BCP и ЭКГ у подростков-футболистов (n=28)

Параметры	r	p	Интерпретация
SDNN - ЧСС покоя	-0,42	<0,05	Умеренная отрицательная связь: более высокая ЧСС соответствует сниженной variability ритма.
SDNN - IS	-0,61	<0,01	Значимая отрицательная корреляция: снижение SDNN сопровождается повышением стресса, отражая напряжение регуляторных механизмов.
RMSSD - LF/HF	-0,54	<0,01	Положительная парасимпатическая связь: увеличение RMSSD связано с уменьшением симпатического преобладания.
IS - ЧСС покоя	0,47	<0,05	Умеренная положительная корреляция: повышение стресса сопровождается увеличением ЧСС.

ЭКГ-показатели подтверждают, что у большинства подростков-футболистов сердечно-сосудистая система находится в нормальном функциональном состоянии, характеризуется синусовым ритмом и нормальной проводимостью. Эти данные свидетельствуют о адекватной тренированности сердца и его способности поддерживать стабильную работу в покое перед физической нагрузкой.

Таблица 3 отражает показатели variability сердечного ритма (BCP) у подростков-футболистов в покое (n=28), что позволяет оценить состояние автономной нервной системы и адаптационные возможности организма. Так показатель SDNN (72,3 ± 15,8 мс) — высокая variability ритма, отражающая нормальное общее

состояние автономной регуляции и хорошую тренированность сердца. RMSSD (65,1 ± 13,4 мс) - показатель, отражающий парасимпатическую активность. Высокие значения свидетельствуют о преобладании парасимпатического влияния и хорошей адаптации к физическим нагрузкам. LF/HF (0,92 ± 0,26) - соотношение симпатической и парасимпатической активности находится в пределах нормы, что указывает на сбалансированную работу автономной нервной системы. Индекс стресса (IS) у большинства спортсменов находился в пределах нормы; однако у 25% участников IS превышал 150 усл. ед., что указывает на напряжение регуляторных механизмов и потенциальное функциональное перенапряжение на фоне увеличения тренировочной нагрузки.

Показатели ВСП свидетельствуют о том, что у основной части подростков-футболистов автономная регуляция сердца функционирует оптимально, с преобладанием парасимпатического влияния, что характерно для тренированных спортсменов. В то же время, у части участников выявлены признаки перегрузки, что подчеркивает необходимость контроля нагрузочного режима и включения восстановительных мероприятий в предсоревновательный период.

В таблице 4 представлена часть подростков-футболистов с признаками функциональной перегрузки, выявленных по показателям variability сердечного ритма (VCP). Анализ показал, что параметр SDNN < 50 мс наблюдалось у 25% спортсменов, что свидетельствует о снижении общей variability ритма сердца. Это является маркером напряжения автономной регуляции и указывает на возможное функциональное перенапряжение на фоне тренировочных нагрузок. Индекс стресса (IS) > 150 усл. ед. также выявлен у 25% подростков, что отражает повышенное напряжение регуляторных систем организма и потребность в восстановительных мероприятиях для нормализации функционального состояния.

Данные таблицы показывают, что у основной части подростков-футболистов состояние автономной регуляции находится в пределах нормы, однако у четверти спортсменов отмечаются признаки перегрузки. Это подчеркивает необходимость индивидуального подхода к тренировкам, контроля интенсивности нагрузки и включения восстановительных процедур в предсоревновательный период, чтобы предотвратить функциональное перенапряжение и снизить риск переутомления.

В таблице 5 представлены результаты корреляционного анализа показателей variability сердечного ритма (VCP) и ЭКГ у подростков-футболистов (n=28). Цель анализа - выявить взаимосвязь между автономной регуляцией сердца, ЧСС в покое и уровнем стрессового напряжения организма. Параметры SDNN - ЧСС покоя ( $r = -0,42$ ;  $p < 0,05$ ). Умеренная отрицательная корреляция указывает на то, что более высокая ЧСС в покое связана с сниженной variability ритма, что может свидетельствовать о функциональном напряжении автономной нервной системы. SDNN - IS ( $r = -0,61$ ;  $p < 0,01$ ) Значимая отрицательная корреляция показывает, что снижение SDNN сопровождается повышением индекса стресса, что отражает напряжение регуляторных механизмов и потенциальное функциональное перенапряжение. RMSSD - LF/HF ( $r = -0,54$ ;  $p < 0,01$ ) Отрицательная корреляция демонстрирует, что увеличение RMSSD связано с уменьшением симпатического преобладания и преобладанием парасимпатического влияния, что является пока-

зателем хорошей автономной адаптации. IS - ЧСС покоя ( $r = 0,47$ ;  $p < 0,05$ ) Умеренная положительная корреляция свидетельствует о том, что повышение стрессового индекса сопровождается увеличением ЧСС, отражая дополнительную нагрузку на сердечно-сосудистую систему.

Корреляционный анализ подтверждает взаимосвязь между функциональным состоянием автономной нервной системы и показателями ЭКГ у подростков-футболистов. Снижение variability ритма (SDNN) и повышение индекса стресса (IS) коррелируют с увеличением ЧСС, что позволяет использовать эти показатели для выявления спортсменов с признаками перегрузки и планирования индивидуальных восстановительных мероприятий в предсоревновательный период.

Обсуждение. Результаты исследования демонстрируют особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы и автономной регуляции у подростков-футболистов в предсоревновательный период, а также выявляют группы спортсменов с признаками функциональной перегрузки.

У большинства подростков регистрировался синусовый ритм, средняя ЧСС в покое составила  $63,4 \pm 7,2$  уд/мин, что соответствует норме для тренированных подростков и свидетельствует о хорошем исходном функциональном состоянии сердца. Интервалы PQ, QRS и QTc находились в пределах физиологической нормы, отклонений реполяризации не выявлено. Эти данные подтверждают, что у основной части спортсменов сердечно-сосудистая система адаптирована к тренировочным нагрузкам и способна обеспечивать адекватную реакцию на физическую активность.

Показатели SDNN ( $72,3 \pm 15,8$  мс) и RMSSD ( $65,1 \pm 13,4$  мс), а также соотношение LF/HF ( $0,92 \pm 0,26$ ) отражают преобладание парасимпатического влияния и хорошую автономную адаптацию у большинства подростков. У 25% участников наблюдалось снижение SDNN (<50 мс) и повышение индекса стресса (IS > 150 усл. ед.), что указывает на напряжение регуляторных механизмов и функциональное перенапряжение на фоне увеличения тренировочных нагрузок.

Результаты корреляционного анализа подтверждают взаимосвязь между показателями ВСП и ЭКГ, определена отрицательная корреляция SDNN и ЧСС покоя ( $r = -0,42$ ;  $p < 0,05$ ) показывает, что более высокая ЧСС соответствует сниженной variability ритма, значимая отрицательная корреляция SDNN и IS ( $r = -0,61$ ;  $p < 0,01$ ) отражает напряжение регуляторных систем, связь RMSSD и LF/HF ( $r = -0,54$ ;  $p < 0,01$ ) подтверждает баланс парасимпатического и симпатического влияния, положительная корреляция IS и ЧСС ( $r = 0,47$ ;  $p < 0,05$ ) указывает на увеличение ЧСС при

повышении стрессового индекса. Эти данные позволяют сделать вывод, что показатели ВСР и ЭКГ являются информативными маркерами адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы и могут использоваться для выявления спортсменов с признаками перегрузки.

Исследование подтверждает необходимость индивидуализации тренировочного процесса, контроля нагрузки и включения восстановительных мероприятий в предсоревновательный период. У основной части подростков наблюдается оптимальное состояние автономной регуляции и адекватная адаптация к нагрузкам, однако у части спортсменов выявлены признаки перегрузки, что требует корректировки тренировок для предотвращения функционального перенапряжения и улучшения восстановительных процессов.

**Выводы.** У большинства подростков футболистов регистрируется синусовый ритм с умеренной брадикардией и нормальными интервалами ЭКГ, что отражает адаптацию миокарда к физическим нагрузкам. Показатели ВСР демонстрируют преобладание парасимпатического влияния, характерного для тренированных спортсменов. У четверти обследованных выявлены признаки напряжения автономной регуляции, что указывает на необходимость индивидуального контроля функционального состояния в предсоревновательном периоде.

#### Литература:

1. Ботиров, Ф. К., Ризаев, Ж. А., Мавлянова, З. Ф., & Алиева, Д. А. (2023). Физическая реабилитация после сочетанной травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава у спортсменов. *Проблемы биологии и медицины*, (4), 146.
2. Зубарева Е.В., Ткаченко П.Е. «Влияние занятий футболом на систему кровообращения у детей 8-ми и 12-ти лет» // Научные и образовательные основы в физической культуре и спорте. – 2022. № 2.
3. Комолятова В.Н. и др. «Некоторые особенности ЭКГ у детей, занимающихся спортом» // *Практическая медицина*. – ... (2013)
4. Псенок А.А., Силантьев М.Н., Чамокова А.Ю. «Особенности сердечного ритма у футболистов 16-17-лет» // *Теория и практика физической культуры*. – 2022. № 4.
5. Ризаев Ж. А., Хакимова С. З., Заболотских Н. В. Результаты лечения больных с хроническим болевым синдромом при дорсопатии бруцеллезного генеза // *Uzbek journal of case reports*. – 2022. – Т. 2. – №. 3. – С. 18-25.
6. Ризаев Ж. А. и др. Дополнительные подходы к функциональной и визуализационной диагности-

ке головного мозга при разработке индивидуализированных стратегий помощи для пациентов с неврологическими проблемами // *Uzbek journal of case reports*. – 2023. – Т. 3. – №. 4. – С. 15-19.

7. Соловьёв И.Ю., Мутаева И.Ш., Парамонова Д.Б. «Оценка функционального состояния организма футболистов 13-14 лет с учётом резервов сердца и скелетных мышц» // *Russian Journal of Physical Education and Sport*. – 2024; 19(2).
8. Gosselin, et al. «Normative values of resting heart rate variability in young male contact sport athletes» // *PMC*.
9. Kamandulis S. и др. «Daily Resting Heart Rate Variability in Adolescent Swimmers during 11 Weeks of Training» // *Int J Environ Res Public Health*. – 2020.
10. Młyńczak M., Krysztofiak H. «Discovery of causal paths in cardiorespiratory parameters: a time-independent approach in elite athletes» // *arXiv*
11. Mourot L. и др. «Relationships between Heart Rate Variability, Sleep Duration, Cortisol and Physical Training in Young Athletes» // *PMC*.
12. Scholz et al. «Superior Adaptations in Adolescent Runners Using Heart Rate Variability-Guided Training at Altitude» // *PMC*.
13. Silva et al. «The role of heart rate variability in sports physiology» // *PMC*.

#### **ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ПОДРОСТКОВ-ФУТБОЛИСТОВ В ПРЕДСОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ**

*Рузиева А.А., Мавлянова З.Ф.*

**Резюме.** В данной статье представлен анализ электрокардиографических показателей и вариабельности сердечного ритма (ВСР) у подростков-футболистов в предсоревновательный период. В исследовании приняли участие 28 юных спортсменов в возрасте 14–16 лет, регулярно занимающихся футболом не менее трёх лет. Обследование включало стандартное ЭКГ-исследование в покое и анализ ВСР методом кардиоинтервалографии. Установлено, что у большинства футболистов регистрируется синусовый ритм с тенденцией к умеренной брадикардии, что отражает высокий уровень тренированности сердечно-сосудистой системы. Показатели ВСР характеризовались преобладанием парасимпатического влияния (высокие значения SDNN и RMSSD). У части подростков отмечалось снижение показателей ВСР и повышение индекса стресса, что свидетельствует о напряжении регуляторных механизмов и необходимости контроля нагрузочного режима в предсоревновательный период.

**Ключевые слова:** футбол, подростки, ЭКГ, вариабельность сердечного ритма, адаптация, предсоревновательный период.