



New Day in Medicine
Новый День в Медицине

NDM



TIBBIYOTDA YANGI KUN

Ilmiy referativ, marifiy-ma'naviy jurnal



AVICENNA-MED.UZ



ISSN 2181-712X.
EISSN 2181-2187

3 (89) 2026

Сопредседатели редакционной коллегии:

**Ш. Ж. ТЕШАЕВ,
А. Ш. РЕВИШВИЛИ**

Ред. коллегия:
М.И. АБДУЛЛАЕВ
А.А. АБДУМАЖИДОВ
Р.Б. АБДУЛЛАЕВ
Л.М. АБДУЛЛАЕВА
А.Ш. АБДУМАЖИДОВ
М.А. АБДУЛЛАЕВА
Х.А. АБДУМАДЖИДОВ
Б.З. АБДУСАМАТОВ
У.О. АБИДОВ
М.М. АКБАРОВ
Х.А. АКИЛОВ
М.М. АЛИЕВ
С.Ж. АМИНОВ
Ш.Э. АМОНОВ
Ш.М. АХМЕДОВ
Ю.М. АХМЕДОВ
С.М. АХМЕДОВА
Т.А. АСКАРОВ
М.А. АРТИКОВА
Д.Т. АШУРОВА
Ж.Б. БЕКНАЗАРОВ (главный редактор)
Е.А. БЕРДИЕВ
Б.Т. БУЗРУКОВ
Р.К. ДАДАБАЕВА
М.Н. ДАМИНОВА
К.А. ДЕХКОНОВ
Э.С. ДЖУМАБАЕВ
А.А. ДЖАЛИЛОВ
Н.Н. ЗОЛотова
А.Ш. ИНОЯТОВ
С. ИНДАМИНОВ
А.И. ИСКАНДАРОВ
А.С. ИЛЪЯСОВ
Э.Э. КОБИЛОВ
А.М. МАННАНОВ
Д.М. МУСАЕВА
Т.С. МУСАЕВ
М.Р. МИРЗОЕВА
Ф.Г. НАЗИРОВ
Н.А. НУРАЛИЕВА
Ф.С. ОРИПОВ
Б.Т. РАХИМОВ
Х.А. РАСУЛОВ
Ш.И. РУЗИЕВ
С.А. РУЗИБОЕВ
С.А. ГАФФОРОВ
С.Т. ШАТМАНОВ (Кыргызстан)
Ж.Б. САТТАРОВ
Б.Б. САФОВ (отв. редактор)
И.А. САТИВАЛДИЕВА
Ш.Т. САЛИМОВ
Д.И. ТУКСАНОВА
М.М. ТАДЖИЕВ
А.Ж. ХАМРАЕВ
Б.Б. ХАСАНОВ
Д.А. ХАСАНОВА
Б.З. ХАМДАМОВ
Э.Б. ХАККУЛОВ
Г.С. ХОДЖИЕВА
А.М. ШАМСИЕВ
А.К. ШАДМАНОВ
Н.Ж. ЭРМАТОВ
Б.Б. ЕРГАШЕВ
Н.Ш. ЕРГАШЕВ
И.Р. ЮЛДАШЕВ
Д.Х. ЮЛДАШЕВА
А.С. ЮСУПОВ
Ш.Ш. ЯРИКУЛОВ
М.Ш. ХАКИМОВ
Д.О. ИВАНОВ (Россия)
К.А. ЕГЕЗАРЯН (Россия)
DONG JINCHENG (Китай)
КУЗАКОВ В.Е. (Россия)
Я. МЕЙЕРНИК (Словакия)
В.А. МИТИШ (Россия)
В.И. ПРИМАКОВ (Беларусь)
О.В. ПЕШИКОВ (Россия)
А.А. ПОТАПОВ (Россия)
А.А. ТЕПЛОВ (Россия)
Т.Ш. ШАРМАНОВ (Казахстан)
А.А. ЩЕГОЛОВ (Россия)
С.Н. ГУСЕЙНОВА (Азербайджан)
Prof. Dr. KURBANHAN MUSLUMOV (Azerbaijan)
Prof. Dr. DENIZ UYAK (Germany)

ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН НОВЫЙ ДЕНЬ В МЕДИЦИНЕ NEW DAY IN MEDICINE

*Илмий-рефератив, маънавий-маърифий журнал
Научно-реферативный,
духовно-просветительский журнал*

УЧРЕДИТЕЛИ:

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
ООО «ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН»**

Национальный медицинский
исследовательский центр хирургии имени
А.В. Вишневского является генеральным
научно-практическим
консультантом редакции

Журнал был включен в список журнальных
изданий, рецензируемых Высшей
Аттестационной Комиссией
Республики Узбекистан
(Протокол № 201/03 от 30.12.2013 г.)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

М.М. АБДУРАХМАНОВ (Бухара)
Г.Ж. ЖАРЫЛКАСЫНОВА (Бухара)
А.Ш. ИНОЯТОВ (Ташкент)
Г.А. ИХТИЁРОВА (Бухара)
Ш.И. КАРИМОВ (Ташкент)
У.К. КАЮМОВ (Тошкент)
Ш.И. НАВРУЗОВА (Бухара)
А.А. НОСИРОВ (Ташкент)
А.Р. ОБЛОКУЛОВ (Бухара)
Б.Т. ОДИЛОВА (Ташкент)
Ш.Т. УРАКОВ (Бухара)

3 (89)

2026 *март*

www.bsmi.uz
https://newdaymedicine.com
E: ndmuz@mail.ru
Тел: +99890 8061882

УДК 616.12-008.4-053.6:796.015

КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО АЛГОРИТМА КОНТРОЛЯ АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ПОДРОСТКОВ СПОРТСМЕНОВ

Рузиева Амира Асроровна <https://orcid.org/0009-0002-5164-3789>
Мавлянова Зилола Фархадовна <https://orcid.org/00165-2134-7222-1978>
Мавлянов Сайфиддин Фарходович <https://orcid.org/0009-0005-9344-5627>
Ашуров Рустамжон Фуркатович <https://orcid.org/0009-0003-2232-7696>

Самаркандский государственный медицинский университет Узбекистан, г.Самарканд,
ул. Амира Темура 18, Тел: +99818 66 2330841 E-mail: sammu@sammu.uz

✓ Резюме

Интенсивные ежедневные нагрузки у подростков футболистов требуют объективного контроля сердечно-сосудистой адаптации с учётом автономной регуляции и восстановительных механизмов, а также оценки эффективности алгоритма персонализированного контроля адаптации сердечно-сосудистой системы у подростков футболистов на фоне анализа вариабельности сердечного ритма, восстановление ЧСС после нагрузки и данных ЭхоКГ. Материалы и методы исследования: в исследование были включены 72 подростка-футболиста в возрасте 13–17 лет со стажем тренировок не менее 2 лет и контрольная группа 42 здоровых подростка того же возраста, занимающихся регулярным спортом. В первой группе тренировочный процесс корректировался в соответствии с разработанным алгоритмом типизации адаптации. Статистическая обработка проведена при использовании t-критерия Стьюдента и критерия Манна – Уитни. Различия были считаны статистически значимыми при $p < 0,05$. Результаты исследования: полученные результаты свидетельствуют о том, что применение персонализированного алгоритма управления адаптацией сопровождается формированием более экономичного и физиологически благоприятного профиля сердечно-сосудистой регуляции у футболистов-подростков. Наиболее выраженные различия были обнаружены в показателях автономной регуляции и восстановления после физических нагрузок, что подтверждает концепцию качества адаптации, а не только уровня достигнутой работоспособности.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая адаптация, подростки-футболисты, вариабельность сердечного ритма, автономная регуляция, персонализированный контроль.

CLINICAL AND FUNCTIONAL JUSTIFICATION OF A PERSONALISED ALGORITHM FOR MONITORING THE ADAPTATION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN ADOLESCENT ATHLETES

Ruziyeva Amira Asrorovna <https://orcid.org/0009-0002-5164-3789>
Mavlyanova Zilola Farkhadovna <https://orcid.org/0000-0001-7862-2625>
Mavlyanov Sayfiddin Farkhodovich <https://orcid.org/0009-0005-9344-5627>
Ashurov Rustamjon Furkatovich <https://orcid.org/0009-0003-2232-7696>

Samarkand State Medical University Uzbekistan, Samarkand, st. Amir Temur 18,
Tel: +99818 66 2330841 E-mail: sammu@sammu.uz

✓ Resume

Intensive daily training loads in adolescent footballers require objective monitoring of cardiovascular adaptation, taking into account autonomic regulation and recovery mechanisms, as well as an assessment of the effectiveness of a personalised algorithm for monitoring cardiovascular

adaptation in adolescent footballers based on analysis of heart rate variability, HR recovery after exercise, and echocardiography data. Materials and methods: The study included 72 adolescent footballers aged 13–17 with at least 2 years of training experience and a control group of 42 healthy adolescents of the same age who regularly participated in sports. In the first group, the training process was adjusted in accordance with the developed adaptation typing algorithm. Statistical processing was performed using Student's t-test and Mann-Whitney test. The differences were considered statistically significant at $p < 0.05$. Research results: the results obtained indicate that the use of a personalised adaptation control algorithm is accompanied by the formation of a more economical and physiologically favourable profile of cardiovascular regulation in adolescent footballers. The most pronounced differences were found in the indicators of autonomic regulation and recovery after physical exertion, which confirms the concept of the quality of adaptation, and not just the level of performance achieved.

Keywords: cardiovascular adaptation, adolescent footballers, heart rate variability, autonomic regulation, personalised control.

O'SMIR SPORTCHILARDA YURAK-QON TOMIR TIZIMI ADAPTATSIYASINI NAZORAT QILISHNING SHAXSIYLASHTIRILGAN ALGORITMINI KLINIK-FUNKSIONAL ASOSLASH

Ro'ziyeva Amira Asrorovna <https://orcid.org/0009-0002-5164-3789>
Mavlyanova Zilola Farhadovna <https://orcid.org/00165-2134-7222-1978>
Mavlyanov Sayfiddin Farkhodovich <https://orcid.org/0009-0005-9344-5627>
Ashurov Rustamjon Furqatovich <https://orcid.org/0009-0003-2232-7696>

Samarqand davlat tibbiyot universiteti O'zbekiston, Samarqand, st. Amir Temur 18, Tel: +99818 66 2330841 E-mail: sammu@sammu.uz

✓ Rezyume

O'smir futbolchilardagi jadal kundalik yuklamalar avtonom boshqaruv va tiklanish mexanizmlarini hisobga olgan holda yurak-qon tomir tizimi adaptatsiyasini obyektiv nazorat qilishni talab etadi. Shuningdek, yurak ritmi o'zgaruvchanligi tahlili, jismoniy yuklamadan keyin yurak urishi tezligining tiklanishi va ExoKG ma'lumotlari asosida o'smir futbolchilarda yurak-qon tomir tizimi adaptatsiyasini nazorat qilishning shaxsiylashtirilgan algoritmi samaradorligini baholash zarur. Tadqiqot materiallari va usullari: tadqiqotga kamida 2 yillik mashg'ulot tajribasiga ega bo'lgan 13–17 yoshdagi 72 nafar o'smir futbolchi hamda shu yoshdagi muntazam sport bilan shug'ullanadigan 42 nafar sog'lom o'smirdan iborat nazorat guruhi jalb etildi. Birinchi guruhda mashg'ulot jarayoni ishlab chiqilgan adaptatsiyani tiplashtirish algoritmi asosida tuzatildi. Statistik tahlil Studentning t-mezoni va Mann–Uitni mezonidan foydalangan holda amalga oshirildi. Farqlar $p < 0,05$ bo'lganda statistik ahamiyatli deb topildi. Tadqiqot natijalari: olingan natijalar adaptatsiyani boshqarishning shaxsiylashtirilgan algoritmini qo'llash o'smir futbolchilarda yurak-qon tomir regulyatsiyasining yanada tejamkor va fiziologik jihatdan qulayroq profilini shakllantirishini ko'rsatdi. Eng yaqqol farqlar avtonom regulyatsiya va jismoniy yuklamalardan keyingi tiklanish ko'rsatkichlarida kuzatildi. Bu esa nafaqat erishilgan ish qobiliyati darajasi, balki adaptatsiya sifati konsepsiyasini ham tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: yurak-qon tomir adaptatsiyasi, o'smir futbolchilar, yurak ritmi o'zgaruvchanligi, avtonom regulyatsiya, shaxsiylashtirilgan nazorat.

Актуальность

В последнее время дети и подростки футболисты тренируются всё больше и усерднее. Не стоит при этом забывать, что в юном возрасте организм быстро растёт, характерны гормональные перестройки и формирование автономной регуляции сердечно-сосудистой системы. Поэтому юные спортсмены очень чувствительны к нагрузкам. Обычно, если у спортсмена всё в порядке, его допускают к занятиям. Но у футболистов этого возраста могут быть скрытые изменения, которые так просто не увидишь. Сейчас спортивные врачи считают,

что важно смотреть не только на то, как хорошо спортсмен может работать на пределе возможностей. Важно понимать, какой ценой ему это дается, то есть насколько сильно напрягается его организм, чтобы поддерживать нужный уровень [8,10,12,20].

В спортивной медицине часто говорят о переутомлении и перетренированности. Они могут привести к тому, что результаты спортсмена упадут, а здоровье ухудшится. Чтобы оценить, как организм адаптируется к нагрузкам, полезно анализировать вариабельность сердечного ритма. Это показывает, как хорошо работает система регуляции сердечного ритма. Исследования показывают, что, когда снижается активность парасимпатической системы и усиливается симпатическое влияние, восстановление организма идёт хуже, и повышается риск переутомления. Такие параметры, как SDNN, RMSSD, pNN50 и соотношение LF/HF, могут подсказать, насколько хорошо организм справляется с нагрузками. Если следить за этими показателями, можно заметить проблемы ещё до того, как они проявятся [1,5,18].

Ещё один важный момент – как быстро восстанавливается пульс после тренировки. Если пульс быстро приходит в норму, это хороший знак. А если медленно – значит, организм перенапряжен. Кроме того, важно делать эхокардиографию. У подростков-спортсменов сердце может меняться из-за нагрузок. Но изменения в диастолической функции (E/A, E/e') более чувствительны к перегрузкам, чем изменения в систолической функции. Если тренировки слишком интенсивные, именно диастолическая функция может подсказать, какой ценой дается адаптация к нагрузкам [2,4,11].

Сейчас много говорят о том, чтобы использовать простые методы (ЭКГ, УЗИ сердца, анализ вариабельности сердечного ритма) и носимые устройства для регулярного контроля за состоянием спортсменов. Но пока нет чётких инструкций, как объединить все эти показатели (пульс, вариабельность сердечного ритма, восстановление пульса, характеристики сердца) в одну систему, чтобы понимать, как организм адаптируется к нагрузкам [20,23].

Целью нашего исследования явилась оценка эффективности алгоритма персонализированного контроля адаптации сердечно-сосудистой системы у подростков футболистов на фоне анализа вариабельности сердечного ритма, восстановление ЧСС после нагрузки и данных ЭхоКГ.

Материал и методы

В наше исследование были включены 72 подростка-футболиста в возрасте 13–17 лет со стажем тренировок не менее 2 лет и контрольная группа 42 здоровых подростка того же возраста, занимающихся также регулярным спортом. Исследование является проспективным и рассчитано на 12 недель. В первой группе тренировочный процесс корректировался в соответствии с разработанным алгоритмом типизации адаптации. В контрольной группе коррекция нагрузки не проводилась. Всем участникам исследования выполнены стандартная 12-канальная ЭКГ в покое, 5-минутный анализ вариабельности сердечного ритма и нагрузочный тест с определением максимальной ЧСС. Также оценены восстановление ЧСС через 1, 3 и 5 минут после нагрузки, эхокардиография с определением КДР ЛЖ, индекса массы миокарда ЛЖ, фракции выброса и показателей диастолической функции. Критериями исключения стали врожденные и приобретенные пороки сердца, кардиомиопатии, артериальная гипертензия, клинически значимые нарушения ритма и острые заболевания. Статистическая обработка проведена при использовании t-критерия Стьюдента и критерия Манна – Уитни. Различия были считаны статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результат и обсуждения

Разработанная нами программа представляла собой алгоритм персонализированного контроля адаптации сердечно-сосудистой системы у подростков-футболистов и индивидуализации тренировочной нагрузки на протяжении 12 недель. Основная идея программы заключалась в обобщенной оценке функционального состояния за счет анализа в покое частоты сердечных сокращений показателей вариабельности сердечного ритма (SDNN, RMSSD, pNN50, LF/HF), скорости восстановления ЧСС после физической нагрузки (HRR1, HRR3, HRR5) и других эхокардиографических параметров (КДР ЛЖ, ИМ МЛЖ, показатели диастолической дисфункции E/A и E/e'). Таким образом, на основании совокупности данных

показателей подростки автоматически распределялись на три типа адаптации: экономичный, компенсированный и напряжённый. Программа, в зависимости от типа адаптации, предусматривала либо сохранение обычной нагрузки с ограничениями, либо интенсивное сокращение интенсивности тренировок. Данная программа не предусматривала использования дорогостоящих или инвазивных методов и базировалась только на доступных клинико-функциональных показателях, а контрольная группа тренировалась по стандартной программе без индивидуальной коррекции нагрузки.

При исследовании variability сердечного ритма нами было выявлено, что в основной группе показатель SDNN достиг $154,2 \pm 24,6$ мс, тогда как в контрольной $121,3 \pm 20,8$, или же показатель RMSSD составил $63,8 \pm 12,9$ мс, а в контрольной $41,6 \pm 10,7$ мс, что подтверждало о преобладании парасимпатической регуляции. В частотном спектре зарегистрировано снижение LF до 730 ± 148 , в контрольной группе до 910 ± 165 мс² ($p < 0,001$) и одновременно наблюдалось увеличение HF до 505 ± 110 , а контрольной до 345 ± 92 мс² ($p < 0,001$), что указывает на уменьшение симпатического тонуса и усиление вагусной модуляции. Соотношение LF/HF было достоверно ниже в основной группе, отражало баланс симпатико-парасимпатической регуляции

Таблица 1

Электрокардиографические показатели

Показатель	Основная группа (n=72) M±SD	Контрольная группа (n=42) M±SD	P
ЧСС покоя, уд/мин	$58,9 \pm 6,2$	$70,4 \pm 7,1$	$<0,001$
Максимальная ЧСС, уд/мин	$189,2 \pm 7,0$	$187,9 \pm 7,8$	0,37
Синусовая брадикардия, %	36,1%	9,5%	0,001

При проведении ЭКГ в динамике, нами было выявлено, что среди подростков спортсменов, которые получали нагрузку по нами разработанному алгоритму ЧСС в покое составило $58,9 \pm 6,2$, а в контрольной группе $70,4 \pm 7,1$ уд в минуту, подростки с синусовой брадикардией в основной группе встречались в 36,1% случаев, тогда как в контрольной в 9,5%, что показывает на преобладание парасимпатической автономной адаптации.

Таблица 2

Показатели variability сердечного ритма

Показатель	Основная группа (n=72)	Контрольная группа (n=42)	p
SDNN, мс	$154,2 \pm 24,6$	$121,3 \pm 20,8$	$<0,001$
RMSSD, мс	$63,8 \pm 12,9$	$41,6 \pm 10,7$	$<0,001$
pNN50, %	$28,7 \pm 6,5$	$15,9 \pm 5,1$	$<0,001$
LF, мс ²	730 ± 148	910 ± 165	$<0,001$
HF, мс ²	505 ± 110	345 ± 92	$<0,001$
LF/HF	$1,44 \pm 0,33$	$2,10 \pm 0,42$	$<0,001$

Таблица 3

Восстановление ЧСС после нагрузки

Показатель	Основная группа	Контрольная группа	p
HRR1, уд/мин	$45,1 \pm 10,9$	$27,6 \pm 9,8$	$<0,001$
HRR3, уд/мин	$67,8 \pm 11,7$	$48,3 \pm 10,9$	$<0,001$
HRR5, уд/мин	$83,6 \pm 12,1$	$62,1 \pm 11,5$	$<0,001$

При исследовании функции восстановления ЧСС после физической нагрузки нами было выявлено, в основной группе показатель HRR1 составил $45,1 \pm 10,9$ уд/мин, тогда как в контрольной - $27,6 \pm 9,8$ уд/мин ($p < 0,001$). Через 3 минуты показатели HRR3 составили

67,8±11,7 уд/мин, а в контрольной 48,3±10,9 уд/мин ($p<0,001$), а через 5 минут ЧСС в основной 83,6±12,1 уд/мин, в контрольной 62,1± 11,5 уд/мин ($p < 0,001$).

Таблица 4

Эхокардиографические показатели

Показатель	Основная группа	Контрольная группа	p
КДР ЛЖ, мм	51,7 ± 3,2	49,4 ± 3,1	0,004
ИММЛЖ, г/м ²	86,1 ± 8,4	77,2 ± 7,8	<0,001
ФВ ЛЖ, %	63,3 ± 3,9	63,6 ± 4,0	0,68
Е/А	1,88 ± 0,23	1,61 ± 0,21	<0,001
Е/е'	5,9 ± 0,9	7,3 ± 1,1	<0,001

Данные ЭХОКГ продемонстрировали у подростков основной группы значимое увеличение конечного диастолического размера левого желудочка до 51,7±3,2 мм, тогда как в контрольной группе этот показатель был равен 49,4±3,1 мм, ($p=0,004$) и индекса массы миокарда ЛЖ, составившего 86,1±8,4 г/м² против 77,2±7,8 г/м², соответственно ($p<0,001$), что указывает на признаки физиологического ремоделирования у тренированных спортсменов. Фракция выброса левого желудочка достоверно не различалась у обеих групп и составила 63,3±3,9% против 63,6±4,0%, соответственно, ($p> 0,05$). Особое значение имеют показатели диастолической функции. В основной группе соотношение Е/А было выше и составило 1,88±0,23, тогда как в контрольной 1,61±0,21, ($p<0,001$), а индекс Е/е' был напротив ниже и составил 5,9±0,9, а в контрольной 7,3±1,1 ($p<0,001$), что свидетельствует о более благоприятных условиях диастолического наполнения и меньшей диастолической нагрузке на левый желудочек.

Обсуждение: полученные результаты свидетельствуют о том, что применение персонализированного алгоритма управления адаптацией сопровождается формированием более экономичного и физиологически благоприятного профиля сердечно-сосудистой регуляции у футболистов-подростков. Наиболее выраженные различия были обнаружены в показателях автономной регуляции и восстановления после физических нагрузок, что подтверждает концепцию качества адаптации, а не только уровня достигнутой работоспособности.

Снижение частоты сердечных сокращений в состоянии покоя в основной группе отражает усиление парасимпатического влияния и формирование экономичной хронотропной регуляции. Такие изменения рассматриваются как характерная черта тренировочной адаптации юных спортсменов и были описаны в ряде исследований, посвященных мониторингу частоты сердечных сокращений и вегетативного баланса [6, 17]. В то же время отсутствие различий в максимальной частоте сердечных сокращений подтверждает, что выявленные изменения связаны не с интенсивностью физической нагрузки, а с улучшением регуляторных механизмов. Наиболее значимые различия были обнаружены при анализе вариабельности сердечного ритма, в частности в исследовании таких показателей как SDNN, RMSSD и PNNNN50 в сочетании со снижением LF/HF, данные показатели свидетельствовали о преобладании вагусной модуляции и более благоприятном балансе симпатико-блуждающего нерва в основной группе.

В литературе было показано, что снижение активности блуждающего нерва и увеличение частоты сердечных сокращений связаны с повышенным риском функционального переутомления и недостаточного восстановления [22,23,25]. Динамический мониторинг ВСР рассматривается как надежный инструмент контроля тренировочной нагрузки спортсменов в игровых видах спорта [18,21]. Наши данные согласуются с этими наблюдениями и подтверждают, что всесторонний мониторинг позволяет выявлять и корректировать регуляторную нагрузку на ранней стадии. Выявленные параметры ЭхоКГ указывали на признаки физиологического ремоделирования миокарда при сохраненной систолической функции. Умеренное увеличение КДР ЛЖ и индекса массы миокарда соответствовало описанным адаптивным изменениям у тренированных спортсменов [24]. В то же время более благоприятные показатели диастолической функции (повышение Е/А и снижение Е/Е')

свидетельствуют об улучшении процессов расслабления и диастолического наполнения, что важно для профилактики функциональных перегрузок в подростковом возрасте.

Заключение

Таким образом, полученные данные согласуются с современными представлениями о необходимости комплексного мониторинга внутреннего стресса и подтверждают клиническую и практическую целесообразность персонализированного подхода к мониторингу тренировочного процесса у футболистов-подростков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Dewig HG, Cohen JN, Renaghan EJ, Leary ME, Leary BK, Au JS, Tenan MS. Are wearable photoplethysmogram-based heart rate variability measures equivalent to electrocardiogram? A simulation study. *Sports Med.* 2024;54:2927–2934. doi:10.1007/s40279-024-01964-9.
2. de Zambotti M, Goldstone A, Claudatos S, Colrain IM, Baker FC. A validation study of Fitbit Charge 2™ compared with polysomnography in adults. *Chronobiol Int.* 2018;35:465–476. doi:10.1080/07420528.2017.1413578.
3. de Vries HJ, Pennings HJM, van der Schans CP, Sanderman R, Oldenhuis HKE, Kamphuis W. Wearable-measured sleep and resting heart rate variability as an outcome of and predictor for subjective stress measures: a multiple N-of-1 observational study. *Sensors (Basel).* 2022;23:332. doi:10.3390/s23010332.
4. Cao R, Azimi I, Sarhaddi F, Niela-Vilén H, Axelin A, Liljeberg P, Rahmani AM. Accuracy assessment of Oura Ring nocturnal heart rate and heart rate variability in comparison with electrocardiography in time and frequency domains: comprehensive analysis. *J Med Internet Res.* 2022;24:e27487. doi:10.2196/27487.
5. Martín Gómez R, Allevard E, Kamstra H, Cotter J, Lamb P. Validity and reliability of Movesense HR+ ECG measurements for high-intensity running and cycling. *Sensors (Basel).* 2024;24:5713. doi:10.3390/s24175713.
6. Flatt AA, Allen JR, Keith CM, Martinez MW, Esco MR. Season-long heart-rate variability tracking reveals autonomic imbalance in American college football players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2021;16:1834–1843. doi:10.1123/ijsp.2020-0463.
7. de Zambotti M, Goldstein C, Cook J, Menghini L, Altini M, Cheng P, Robillard R. State of the science and recommendations for using wearable technology in sleep and circadian research. *Sleep.* 2024;47:zsad325. doi:10.1093/sleep/zsad325.
8. Miller DJ, Sargent C, Roach GD. A validation of six wearable devices for estimating sleep, heart rate and heart rate variability in healthy adults. *Sensors (Basel).* 2022;22:6317. doi:10.3390/s22176317.
9. Mishica C, Kyröläinen H, Hynynen E, Nummela A, Holmberg HC, Linnamo V. Evaluation of nocturnal vs. morning measures of heart rate indices in young athletes. *PLoS One.* 2022;17:e0262333. doi:10.1371/journal.pone.0262333.
10. Sherman SR, Holmes CJ, Hornikel B, MacDonald HV, Fedewa MV, Esco MR. Heart-rate variability recording time and performance in collegiate female rowers. *Int J Sports Physiol Perform.* 2021;16:550–556. doi:10.1123/ijsp.2020-0255.
11. Rabbani M, Agha-Alinejad H, Gharakhanlou R, Rabbani A, Flatt AA. Monitoring training in women's volleyball: supine or seated heart rate variability? *Physiol Behav.* 2021;240:113537. doi:10.1016/j.physbeh.2021.113537.
12. Maggioni MA, Rundfeldt LC, Gunga HC, Joerres M, Merati G, Steinach M. The advantage of supine and standing heart rate variability analysis to assess training status and performance in a walking ultramarathon. *Front Physiol.* 2020;11:731. doi:10.3389/fphys.2020.00731.
13. Damoun N, Amekran Y, Taiek N, El Hangouche AJ. Heart rate variability measurement and influencing factors: towards the standardization of methodology. *Glob Cardiol Sci Pract.* 2024;2024:e202435. doi:10.21542/gcsp.2024.35.
14. Forner-Llacer F, Aranda-Malavés R, Calleja-González J, Pérez-Turpin JA, González-Rodenas J. Minimal stabilization time for ultra-short heart rate variability measurements in professional soccer. *Int J Sports Med.* 2020;41:1032–1038. doi:10.1055/a-1155-3455.

15. Holmes CJ, Wind SA, Esco MR. Heart rate variability responses to an undulating resistance training program in free-living conditions: a case study in a collegiate athlete. *Sports (Basel)*. 2018;6:121. doi:10.3390/sports6040121.
16. Flatt AA, Hornikel B, Nakamura FY, Esco MR. Effect of competitive status and experience on heart rate variability profiles in collegiate sprint-swimmers. *J Strength Cond Res*. 2022;36:2898–2904. doi:10.1519/JSC.0000000000003968.
17. Iizuka T, Ohiwa N, Atomi T, Shimizu M, Atomi Y. Morning heart rate variability as an indication of fatigue status in badminton players during a training camp. *Sports (Basel)*. 2020;8:147. doi:10.3390/sports8110147.
18. Nakamura FY, Costa JA, Travassos B, Ortuño D, Pino-Ortega J. Intraindividual relationships between training loads and heart-rate variability in high-level female futsal players: a longitudinal study. *Int J Sports Physiol Perform*. 2023;18:306–312. doi:10.1123/ijspp.2022-0200.
19. Figueiredo DH, Moreira A, Gonçalves HR, Stanganelli LCR. Effect of overload and tapering on individual heart rate variability, stress tolerance, and intermittent running performance in soccer players during a preseason. *J Strength Cond Res*. 2019;33:1222–1231. doi:10.1519/JSC.0000000000002051.
20. Flatt AA, Howells D. Effects of varying training load on heart rate variability and running performance among an Olympic rugby sevens team. *J Sci Med Sport*. 2019;22:222–226. doi:10.1016/j.jsams.2018.07.012.
21. Buckner SL, Mouser JG, Dankel SJ, Jessee MB, Mattocks KT, Loenneke JP. The general adaptation syndrome: potential misapplications to resistance exercise. *J Sci Med Sport*. 2017;20:1015–1017. doi:10.1016/j.jsams.2017.03.005.
22. Bellinger P. Functional overreaching in endurance athletes: a necessity or cause for concern? *Sports Med*. 2020;50:1059–1073. doi:10.1007/s40279-020-01257-1.
23. Cardoos N. Overtraining syndrome. *Curr Sports Med Rep*. 2015;14:157–158. doi:10.1249/JSR.0000000000000145.
24. Kim HG, Cheon EJ, Bai DS, Lee YH, Koo BH. Stress and heart rate variability: a meta-analysis and review of the literature. *Psychiatry Investig*. 2018;15:235–245. doi:10.30773/pi.2017.08.17.

Поступила 20.02.2026