

**С.М. Чечельницкая,  
Ю.А. Матвеев,  
Д.Н. Черногоров**

## **Динамические исследования показателей перенапряжения миокарда у тяжелоатлетов различной спортивной квалификации**

В статье обсуждаются результаты кардиологического обследования тяжелоатлетов различной квалификации с применением метода дисперсионного картирования электрокардиограммы. Показана высокая чувствительность метода к ранним проявлениям дисфункций сердечно-сосудистой системы.

*Ключевые слова:* перенапряжение сердечно-сосудистой системы у спортсменов, дисперсионное картирование ЭКГ; профилактика заболеваний сердечно-сосудистой системы у спортсменов.

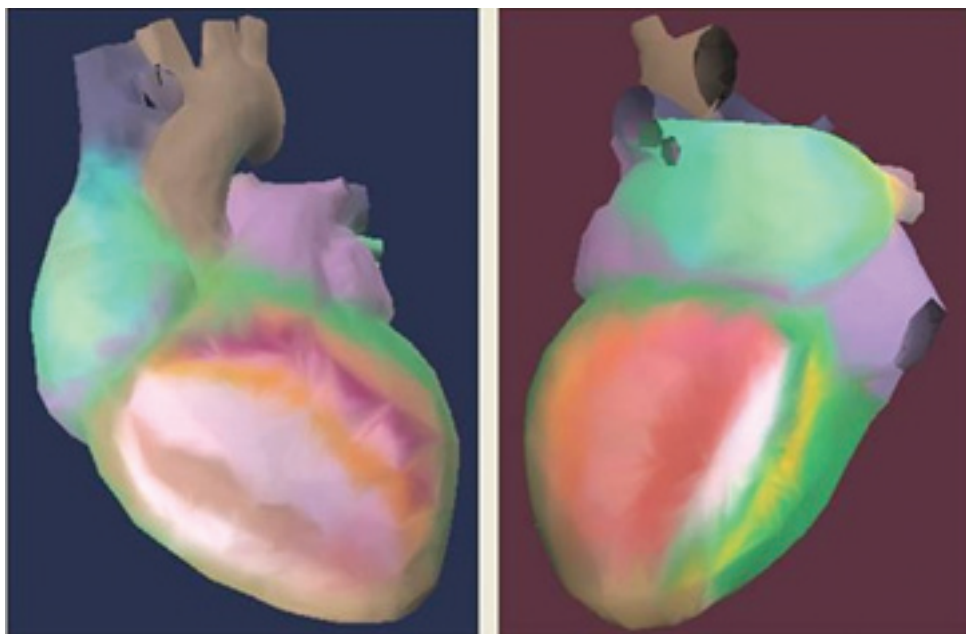
**П**атология сердечно-сосудистой системы у профессиональных спортсменов молодого возраста распространена достаточно широко и занимает лидирующую позицию в структуре причин внезапных смертей [2; 13]. В частности, для молодых спортсменов, занимающихся силовыми видами спорта (тяжелая атлетика, пауэрлифтинг), в качестве характерной патологии рассматривается артериальная гипертония, которая неизбежно приводит к гипертрофии левого желудочка сердца и миокардиальной дисфункции [8; 12]. Дебют и ранние стадии заболеваний сердечно-сосудистой системы часто маскируются за счет высокого адаптационного потенциала молодых спортсменов и не выявляются при этапных клинических обследованиях [5; 7]. Несвоевременное выявление хронического физического перенапряжения сердечно-сосудистой системы может привести к формированию дистрофического синдрома (синдром нарушения реполяризации миокарда) и аритмий.

Участившиеся случаи внезапной смерти в спорте обострили проблему поиска предикторов перенапряжения сердечно-сосудистой системы у молодых спортсменов.

Благодаря развитию методов цифровой обработки данных в распоряжении медицины появились принципиально новые методы обработки ЭКГ-сигнала, позволяющие не только визуально оценивать предсердно-желудочковый комплекс, но и рассчитывать колебания, происходящие от цикла к циклу. Среди таких систем в первую очередь необходимо выделить метод

дисперсионного картирования электрокардиограммы (ДК-ЭКГ) и отечественный прибор «КардиоВизор-Обс», реализующий новую технологию анализа ЭКГ-сигнала [1]. Метод основан на регистрации низкоамплитудных (10–30 мкВ) колебаний сигнала на всем протяжении предсердно-желудочкового комплекса (микроальтернаций). Количественные характеристики микроальтернаций в различные фазы сердечного сокращения отображаются в цветовую гамму — от зеленого цвета (норма) до темно-красного (выраженная патология), которая проецируется на изображение сердца («портрет сердца»). Это позволяет практически мгновенно визуально оценить состояние миокарда.

На рисунке 1 в качестве примера показана визуализация признаков гипертрофии миокарда, определяемой по величине средней амплитуды микроальтернаций в начале комплекса QRS. Рисунок отражает асимметрию желудочков в начале деполяризации, что коррелирует с компенсаторными процессами в миокарде в результате проводимых тренировок. Как известно, такое устойчивое увеличение амплитуды чаще всего связано с гипертрофией желудочков.



**Рис. 1.** Дисперсионные признаки гипертрофии миокарда желудочков

Характеристики низкоамплитудных колебаний можно использовать в качестве эффективных диагностических маркеров приближающейся структурной перестройки миокарда [11].

Таким образом, регистрация электрических микроальтернаций ЭКГ может позволить ввести в практику новый неинвазивный способ контроля ранних проявлений электрической нестабильности миокарда у начинающих и стажированных спортсменов, занимающихся тяжелой атлетикой. Эта информация

позволит тренерскому составу своевременно откорректировать тренировочные нагрузки с целью предупреждения перенапряжения сердечно-сосудистой системы и его осложнений.

В настоящем исследовании приняли участие 48 спортсменов-тяжелоатлетов: группа начальной подготовки — 7 человек; учебно-тренировочная группа 19 человек; группа высшего спортивного мастерства — 22 человека.

Для исследования использовался монитор микроальтернаций ЭКГ-сигнала «Кардиовизор – 06С» [10]. Микроальтернации, как микроколебания ЭКГ-сигнала в последовательных сердечных сокращениях, не содержат морфологических признаков исходных зубцов ЭКГ, поэтому обладают высокой чувствительностью к самым незначительным электрофизиологическим изменениям в миокарде, что позволяет использовать их регистрацию для выявления ранних предикторов электрической нестабильности миокарда еще в до-нозологических формах, т. е. задолго до появления первых заметных признаков патологических состояний.

Именно это качество микроальтернаций, связанных с процессами деполяризации-реполяризации в кардиомиоцитах и проводящей системе сердца, позволяет эффективно использовать их с целью детального наблюдения скрытой динамики функциональных изменений миокарда на основе контроля микрофлюктуационных изменений электрофизиологических характеристик у спортсменов. Такой контроль улучшает прогнозные возможности в выявлении предикторов прогрессирующего функционального ухудшения состояния миокарда на самых ранних стадиях негативной динамики в ходе проведения спортивных тренировок [9].

Данные, полученные в процессе обследования тяжелоатлетов, позволили оценить функциональное состояние сердечно-сосудистой системы по индексу «Миокард» у спортсменов различного уровня подготовки.

Данный индекс предполагает разделение показателей по 4-м диапазонам: «Норма», «Пограничное состояние», «Значимое отклонение» и «Выраженное отклонение» [3].

Как представлено в таблице 1, у спортсменов учебно-тренировочной группы (УТГ), где осуществляется начальная подготовка тяжелоатлетов массовых разрядов, исходно регистрировались норма и пограничное состояние примерно в равных соотношениях. После тренировки у одного спортсмена показатели изменились от «Пограничного состояния» до «Значимого отклонения». В группе тяжелоатлетов спортивных разрядов произошли более выраженные изменения. Если до тренировки трое спортсменов демонстрировали нормальный уровень показателя, 12-ть — пограничное состояние и четверо — значимые отклонения, то после тренировки пограничное состояние определялось у 14-ти спортсменов, а у одного развились выраженные отклонения. В группе высококвалифицированных тяжелоатлетов отмечались те же тенденции: снижение процента нормы за счет увеличения пограничных состояний и выраженных отклонений.

Таблица 1

**Процентное соотношение градаций индекса «Миокард» у тяжелоатлетов различной квалификации до и после тренировки**

Градация	Тяжелoaтлеты массовых разрядов (%): $n - 7$		Тяжелoaтлеты спортивных разрядов (%): $n - 19$		Высококвалифицированные тяжелоатлеты (%): $n - 22$	
	ДТ	ПТ	ДТ	ПТ	ДТ	ПТ
Норма	43	43	15,8	0 (-)	31,8	9,1 (-)
Пограничное состояние	57	43 (-)	63,1	73,6 (+)	40,9	59,1 (+)
Значимое отклонение	0	14 (+)	21,1	21,1	27,3	27,3
Выраженное отклонение	0	0	0	5,3 (+)	0	4,5 (+)

*Примечание:* ДТ — до тренировки; ПТ — после тренировки; (+) — увеличился %; (-) — уменьшился %.

По рекомендациям разработчиков нами был проведен анализ индексов детализации (G1 – G9): Деполяризация<sup>1</sup> правого предсердия; Деполяризация левого предсердия; Деполяризация правого желудочка; Деполяризация левого желудочка; Реполяризация<sup>2</sup> правого желудочка; Реполяризация левого желудочка; Электрическая симметрия желудочков; Внутрижелудочковые блокады; Компенсаторная реакция миокарда желудочков.

Для индексов Деполяризация правого и левого предсердий и Компенсаторная реакция миокарда желудочков значения больше 0 являются вариантом нормы, что, по мнению разработчиков, обусловлено повышенной чувствительностью микроальтернатив и укладывается в классификацию отклонений в донозологической области [6]. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 2.

В группе начальной подготовки до тренировки показателю «Норма» соответствовало подавляющее большинство всех индексов G (от 57,1 до 100 %). У трех спортсменов зафиксированы повышенные показатели деполяризации правого предсердия. В единичных случаях отмечалось повышение реполяризации желудочков, но все эти изменения укладывались в диапазон пограничных состояний.

После тренировки у части спортсменов произошла нормализация показателей, что свидетельствует о положительном воздействии умеренных физических нагрузок на сердце.

После тренировки у одного спортсмена возникли выраженные отклонения скорости деполяризации правого предсердия и левого желудочка, зафиксировано отклонение в показателе компенсаторной реакции миокарда на нагрузку.

Тяжелoaтлеты спортивных разрядов в целом продемонстрировали устойчивость к тренировочным нагрузкам. Только в одном случае усилилось отклонение от нормы скорости деполяризации левого желудочка и в трехкомпенсаторной реакции миокарда на нагрузку.

<sup>1</sup> Скорость распространения электрического импульса по миокарду (потенциал действия).

<sup>2</sup> Рефрактерный период возвращения потенциала действия к исходному состоянию.

Таблица 2  
**Процентное соотношение значений дисперсионных индексов детализации у тяжелоатлетов различной квалификации и группы подготовки по показателям «Норма», «Пограничное состояние» и «Выраженное отклонение»**

Индекс	Группа начальной подготовки (тяжелоатлеты массовых разрядов): <i>n</i> – 7						Учебно-тренировочная группа (тяжелоатлеты спортивных разрядов): <i>n</i> – 19						Группа высшего спортивного мастерства (высококвалифицированные тяжелоатлеты): <i>n</i> – 22						
	Интервалы значений индексов, %						Интервалы значений индексов, %						Интервалы значений индексов, %						
	Норма		Пограничное состояние		Выраженное отклонение		Норма		Пограничное состояние		Выраженное отклонение		Норма		Пограничное состояние		Выраженное отклонение		
ДТ	ПТ	ДТ	ПТ	ДТ	ПТ	ДТ	ПТ	ДТ	ПТ	ДТ	ПТ	ДТ	ПТ	ДТ	ПТ	ДТ	ПТ	ДТ	ПТ
G1	57,1	71,4	42,8	14,3	0	14,3	0	68,4	78,9	26,3	15,8	5,2	5,2	63,6	72,6	22,5	13,5	13,5	13,5
G2	100	71,4	0	28,6	0	0	68,4	50	31,6	42,1	0	0	0	54,5	72,6	45,5	27,3	0	0
G3	85,7	100	14,3	0	0	0	100	89,4	0	10,5	0	0	0	95,5	77,3	4,5	18,2	0	4,5
G4	100	85,7	0	0	0	14,3	100	100	0	0	0	0	0	100	86,3	0	9,1	0	4,5
G5	71,4	85,7	14,3	14,7	14,3	0	47,3	31,6	47,3	68,4	5,2	0	5,2	54,5	18,2	40,9	77,3	4,5	4,5
G6	71,4	85,7	28,6	14,3	0	0	57,9	31,6	36,8	57,9	5,2	10,4	5,2	63,6	31,8	36,3	68,2	0	0
G7	85,7	100	14,3	0	0	0	94,7	84,2	5,2	15,8	0	0	0	81,8	91	13,5	9,1	4,5	0
G8	100	100	0	0	0	0	73,7	100	5,2	0	0	0	21	100	100	0	0	0	0
G9	85,7	85,7	14,3	0	0	14,3	73,7	63,1	5,2	15,8	21	21	21	77,3	77,3	18,2	18,2	4,5	4,5

где: G1 — деполаризация правого предсердия; G2 — деполаризация левого предсердия; G3 — деполаризация правого желудочка; G4 — деполаризация левого желудочка; G5 — реполяризация правого желудочка; G6 — реполяризация левого желудочка; G7 — электрическая симметрия желудочков; G8 — внутрижелудочковые блокады; G9 — компенсаторная реакция миокарда желудочков.

*Примечание:* ДТ — до тренировки; ПТ — после тренировки.

Высококвалифицированные тяжелоатлеты также оказались более устойчивы к тренировочным нагрузкам. Однако в этой группе чаще, чем в других встречались стойкие отклонения скорости деполяризации правого предсердия, что указывает на риск формирования аритмии.




Расчет дисперсионных индексов детализации позволяет выделить типовые комплексы отклонений, характеризующие клиническую значимость оценок интегрального индекса «Миокард», и диагностировать основные патологические состояния, при которых регистрируется данный комплекс, независимо от их этиологии [4].

Типовые комбинации комплексов, отражающие риск возможных патологических состояний миокарда у тяжелоатлетов различной квалификации, представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Типовые комбинации комплексов детализации отклонений у тяжелоатлетов различной квалификации и группы подготовки**

Риск возникновения возможных патологий	Типовые комплексы с выявленными отклонениями (% от общего количества испытуемых)					
	ГНП: n – 7		УТГ: n – 19		ГВСМ: n – 22	
	ДТ	ПТ	ДТ	ПТ	ДТ	ПТ
Патология миокарда предсердий	0	14,3	26,3	5,2	22,7	4,5
	0	0	0	5,2	13,6	13,6
	0	0	0	0	0	0
Ишемические изменения миокарда	0	0	0	0	0	4,5
	0	0	0	0	0	4,5
	0	0	0	0	0	0
Метаболические изменения миокарда	14,3	14,3	31,6	57,9	27,3	63,6
	14,3	0	10,5	10,5	4,5	4,5
	0	0	0	0	0	0
Гипоксия миокарда	14,3	0	5,2	15,8	13,6	9
	0	0	0	0	4,5	4,5
Гипертрофия миокарда одного из желудочков	14,3	0	5,2	15,8	9	18,2
	0	14,3	21	21	4,5	4,5

Примечание:  — градация пограничного отклонения;  
 — градация от пограничного к выраженному отклонению;  
 — градация выраженного отклонения;

ДТ — до тренировки; ПТ — после тренировки.

Состояние спортсмена группы начальной подготовки, отклонение показателей которого мы демонстрировали выше, после тренировки можно было расценить как риск развития патологии миокарда предсердий.

Тренировка выявила риск развития ишемических изменений миокарда у 3-х высококвалифицированных тяжелоатлетов. Риск метаболических нарушений зафиксирован у 11-ти спортсменов, при этом он чаще встречается в группе высококвалифицированных тяжелоатлетов.

Признаки гипоксии миокарда во время тренировки проявляются у тяжелоатлетов спортивных разрядов и высококвалифицированных тяжелоатлетов. При этом только у спортсменов высших категорий тренировка провоцирует проявление признаков гипертрофии миокарда.

Для основного процента спортсменов тренировка оказывает положительное воздействие на функции сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, проведенные исследования указывают, что измерение электрических микроальтернаций ЭКГ-сигнала, проводимое с помощью диагностической системы «Кардивизор-06С», позволяет получить важную информацию о начальных изменениях электрокардиографических характеристик миокарда у тяжелоатлетов различной квалификации.

В частности, мы выявили начинающего спортсмена с риском развития патологии предсердий и аритмии. Своевременная диагностика риска в данном случае позволит принять решение о возможности дальнейших тренировок.

Относительно высокая частота выявляющихся метаболических нарушений у квалифицированных спортсменов указывает на необходимость более тщательного медицинского сопровождения и принятия комплексных мер по улучшению обмена веществ сердечной мышцы.

Проявление признаков гипертрофии миокарда при провокации тренировочными нагрузками у части квалифицированных спортсменов позволяет сформировать группу наблюдения для врача команды, который проведет углубленное обследование и в ряде случаев может дать рекомендации о прекращении спортивной карьеры.

Такие измерения, проводимые систематически в процессе тренировочных циклов, а также в более отдаленные периоды, дают возможность тренеру и врачу команды своевременно улавливать признаки развивающегося перенапряжения сердечно-сосудистой системы, оценивать долгосрочную адаптацию спортсменов к тренировочным нагрузкам.

Подобная оперативная диагностика ранних функциональных изменений позволяет отслеживать появление еще допороговых, т. е. вполне обратимых изменений со стороны миокарда, а значит, и своевременно проводить коррекцию тренировочных режимов, оптимизацию тренировочного процесса в целом.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает, что внедрение в практику медицинского сопровождения тренировочного процесса тяжелоатлетов метода дисперсионного картирования электрокардиограммы позволит решить следующие задачи:

- поиск реальной индивидуальной эффективности тренировочных программ;
- профилактика состояния перетренированности не только у начинающих, но и квалифицированных спортсменов, например перед ответственными спортивными выступлениями;
- и, главное, сохранение здоровья спортсменов, занимающихся тяжелой атлетикой.

### *Литература*

1. Вишнякова Н.А. Возможности метода дисперсионного картирования ЭКГ для оценки распространенности сердечно-сосудистой и общей патологии при скрининговом обследовании населения: дис. ... канд. мед. наук. М., 2009 // Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat. URL: <http://www.dissercat.com/content/vozmozhnosti-metoda-dispersionnogo-kartirovaniya-ekg-dlya-otsenki-rasprostranennosti-serdech#ixzz3j0vp0olA>.
2. Гаврилова Е.А. Внезапная смерть в спорте. М.: Советский спорт, 2011. 193 с.
3. Иванов Г.Г., Сула А.С. Дисперсионное ЭКГ-картирование: теоретические основы и клиническая практика. М.: Техносфера, 2009. 192 с.
4. Михайлова А.В. Клинико-функциональная характеристика спортсменов с перенапряжением сердечно-сосудистой системы. Казань, 2012. С. 42–44.
5. Михайлова А.В., Смоленский А.В. Перенапряжение спортивного сердца // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2009. № 12 (72). С. 26–32.
6. Применение скрининговой компьютерной системы оценки состояния сердца «Кардиовизор» при проведении исследований в ходе лечебно-реабилитационных и профилактических мероприятий: Медицинская технология: Рег. удостоверение № ФС-2007/194, 2007. С. 18.
7. Ронжина О.А. Артериальная гипертензия и миокардиальная дисфункция у спортсменов, тренирующих качество силы: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Кемерово, 2014. 20 с.
8. Смоленский А.В., Михайлова А.В., Борисова Ю.А. Особенности физиологического ремоделирования спортивного сердца // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2012. № 6 (102). С. 9–14.
9. Сула А.С., Рябыкина Г.В., Гришин В.Г. Метод дисперсионного картирования ЭКГ. Биофизические основы метода дисперсионного картирования // Новые методы электрокардиографии / Под ред. С.В. Грачева, Г. Г. Иванова, А. Л. Сыркина. М.: Техносфера, 2007. С. 369–425.
10. Сула А.С. и др. Комплекс для экспресс-диагностики сердца: Патент РФ № 55266, 2006.
11. Antonis A. Armoundas, Gordon F. Tomaselli and Hans D. Esperer Pathophysiological basis and clinical application of T-wave alternans // Journal of the American College of Cardiology. 2002. P. 207–217.
12. Cardiac work remains high after strength exercise in elderly / A.C. Queiroz, H. Kanegusuku, M.R. Chehuen et al. // Int. J. Sports Med. 2013. Vol. 34 (5). P. 391–397.
13. Thiene G., Caruran E., Corrado D. Prevention of sudden cardiac death in the young and in athletes: dream or reality? // Cardiovasc. Pathol. 2010. Vol. 6. P. 15–17.



### Literatura

1. *Vishnyakova N.A.* Vozmozhnosti metoda dispersionnogo kartirovaniya E'KG dlya ocenki rasprostranennosti serdechno-sosudistoj i obshhej patologii pri skringovom obsledovanii naseleniya: dis. ... kand. med. nauk. M., 2009 // Nauchnaya biblioteka dissertacij i avtoreferatov disserCat. URL: <http://www.dissercat.com/content/vozmozhnosti-metoda-dispersionnogo-kartirovaniya-ekg-dlya-otsenki-rasprostranennosti-serdech#ixzz3j0vp0o1A>.
2. *Gavrilova E.A.* Vnezapnaya smert' v sporte. M.: Sovetskij sport, 2011. 193 s.
3. *Ivanov G.G., Sula A.S.* Dispersionnoe E'KG-kartirovanie: teoreticheskie osnovy i klinicheskaya praktika. M.: Texnosfera, 2009. 192 s.
4. *Mixajlova A.V.* Kliniko-funkcional'naya xarakteristika sportsmenov s perenapryazheniem serdechno-sosudistoj sistemy'. Kazan', 2012. S. 42–44.
5. *Mixajlova A.V., Smolenskij A.V.* Perenapryazhenie sportivnogo serdca // Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya medicina. 2009. № 12 (72). S. 26–32.
6. Primenenie skringovoj komp'yuternoj sistemy' ocenki sostoyaniya serdca «Kardiovizor» pri provedenii issledovanij v xode lechebno-reabilitacionny'x i profilakticheskix meropriyatij: Medicinskaya texnologiya: Reg. udostoverenie № FS-2007/194, 2007. S. 18.
7. *Ronzhina O.A.* Arterial'naya gipertenziya i miokardial'naya disfunkciya u sportsmenov, treniruyushhix kachestvo sily': avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Kemerovo, 2014. 20 s.
8. *Smolenskij A.V., Mixajlova A.V., Borisova Yu.A.* Osobennosti fiziologicheskogo remodelirovaniya sportivnogo serdca // Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya medicina. 2012. № 6 (102). S. 9–14.
9. *Sula A.S., Ryaby'kina G.V., Grishin V.G.* Metod dispersionnogo kartirovaniya E'KG. Biofizicheskie osnovy' metoda dispersionnogo kartirovaniya // Novy'e metody' e'lektrokardiografii / Pod red. S.V. Gracheva, G.G. Ivanova, A.L. Sy'rkina. M.: Texnosfera, 2007. S. 369–425.
10. *Sula A.S.* i dr. Kompleks dlya e'kspress-dagnostiki serdca: Patent RF № 55266, 2006.
11. *Antonis A.* Armoundas, Gordon F. Tomaselli and Hans D. Esperer Pathophysiological basis and clinical application of T-wave alternans // Journal of the Amtrican College of Cardioogy. 2002. P. 207–217.
12. Cardiac work remains high after strength exercise in elderly / A.C. Queiroz, H. Kanegusuku, M.R. Chehuen et al. // Int. J. Sports Med. 2013. Vol. 34 (5). P. 391–397.
13. *Thiene G., Carturan E., Corrado D.* Prevention of sudden cardiac death in the young and in athletes: dream or reality? // Cardiovasc. Pathol. 2010. Vol. 6. P. 15–17.

**C.M. Chechel'nitskaya,**  
**Yu.A. Matveev,**  
**D.N. Chernogorov**

#### **Dynamic Studies of Indicators of Myocardial Overstrain in Weightlifters of Different Sports Qualification**

The article discusses the results of cardiological examination of weightlifters of various qualification using the method of dispersion charting of electrocardiogram. The authors show the high sensitivity of the method to the earliest manifestations of dysfunctions of the cardiovascular system.

*Keywords:* overstrain of cardiovascular system in athletes; dispersion charting of ECG; prevention of diseases of cardiovascular system in athletes.