

**В.С. Беляев,
Ю.А. Матвеев,
Д.Н. Черногоров**

Динамика микроальтернаций зубца-Т электрокардиограммы у высококвалифицированных тяжелоатлетов под воздействием соревновательной нагрузки

В статье обосновывается возможность проведения обследования и скрининга функционального состояния сердечно-сосудистой системы у высококвалифицированных тяжелоатлетов. Под влиянием высокоинтенсивных соревновательных нагрузок выявлены отклонения дисперсионных характеристик, что расценивается как предикторы более выраженных морфологических нарушений миокарда у квалифицированных тяжелоатлетов. Дальнейшее динамическое наблюдение за влиянием максимальных соревновательных нагрузок на состояние микроальтернаций зубца-Т ЭКГ может быть использовано тренерским составом для адекватной корректировки соревновательных и тренировочных нагрузок.

Ключевые слова: тяжелоатлеты; высококвалифицированные спортсмены; сердечно-сосудистая система; соревновательные нагрузки; микроальтернации зубца-Т электрокардиограммы; спортивное сердце; гипертрофия миокарда.

В Педагогическом институте физической культуры и спорта (ПИФКиС МГПУ) в апреле и мае 2015 года прошли соревнования в рамках Московских студенческих игр и Чемпионата России по тяжелой атлетике. Представилась уникальная возможность исследовать динамику изменений дисперсионных индексов и микроальтернаций зубца-Т ЭКГ у высококвалифицированных тяжелоатлетов, находящихся в ранге кандидатов в мастера спорта, мастеров спорта и мастеров спорта международного класса.

Исследования данных показателей представляют научный и практический интерес прежде всего в связи с тем, что названная тема, во-первых, отражает вопросы перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов и, во-вторых, проливает свет на малоизученную проблему недостаточности развития компенсаторных механизмов миокардиального кровотока, которая может привести к метаболическим отклонениям, влекущим за собой изменения дисперсионных характеристик и более выраженную патологию со стороны сердечно-сосудистой системы.

Цель исследования — провести исследование показателей микроальтернаций зубца-Т ЭКГ и других дисперсионных характеристик до соревнований

и сравнительные исследования тех же самых показателей после их проведения с расчетом более детально изучить влияние соревновательного фактора на процессы деполяризации-реполяризации кардиомиоцитов у высококвалифицированных тяжелоатлетов. Тем самым можно дополнительно охарактеризовать функциональное состояние сердечно-сосудистой системы в виде динамики микроальтернаций зубца-Т ЭКГ.

Обоснованием исследования явилось также известное положение, что максимальные соревновательные физические нагрузки и усиленная мышечная деятельность предъявляют сердцу дополнительные повышенные требования, обусловленные необходимостью обеспечения достаточной мощности ударного и минутного объема выбрасываемой в аорту крови для обеспечения в свою очередь органов и тканей организма тем количеством кислорода, за счет которого становится возможным выполнение максимальной механической работы [3–4]. Известно далее, что механизмы симпато-адреналовой регуляции данных процессов, а именно обеспечение достаточного систолического объема, компенсаторно увеличивают частоту сердечных сокращений, что приводит к резкому учащению ритма сердечных сокращений [5]. Подобные факторы в дальнейшем могут влиять на метаболизм миокарда у спортсменов высокой квалификации, имеющих спортивный стаж 5, 10 и более лет.

Для решения намеченной цели необходимо выполнить следующие конкретные действия.

- зарегистрировать микровольтные альтернации зубца-Т электрокардиограммы у спортсменов до соревнований, как первичное фоновое обследование;
- повторно зарегистрировать эти же показатели непосредственно после соревнований и таким образом отразить фактор влияния соревновательной нагрузки на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы, а также выявить возможные ранние предвестники электрической нестабильности миокарда у тяжелоатлетов наивысшего спортивного мастерства.

Материал и методы: исследование проведено в группе из 50 человек.

Для исследования использовался монитор микроальтернаций ЭКГ сигнала «Кардиовизор – 06С», который предназначен для регистрации микроальтернаций названного сигнала на основе метода дисперсионного картирования [8].

Достоверность полученных результатов подтверждена с помощью метода математической статистики по Вилкоксоу.

Результаты исследования. Как видно из таблицы, соревновательная нагрузка приводит к статистически достоверным ($p < 0,01$) изменениям дисперсионных индексов от G1 до G9 включительно. Выявлено заметное снижение процентного соотношения дисперсионных характеристик в первую очередь по индексам G1 (на 18,67 %), G4 (на 20,0 %) и G9 (на 25,23 %). На основании этого можно сделать вывод, что соревновательная нагрузка прежде всего вызывает снижение деполяризации правого предсердия, левого желудочка и компенсаторную реакцию миокарда желудочков в виде гипертрофии. На этом фоне наблюдалось более выраженное увеличение процентного соотношения индексов G5 (на 104,76 %), G6 (на 94,2 %)

и G7 (на 119,35 %), что свидетельствует о значительном преобладании процессов реполяризации правого и левого желудочков и особенно симметрии этих процессов в фазе максимального возбуждения (G7).

Таблица 1

Динамика значений дисперсионных индексов детализации у высококвалифицированных тяжелоатлетов до и после соревнований

Индекс	Значения дисперсионных характеристик индексов детализаций	Высококвалифицированные тяжелоатлеты, <i>n</i> – 50	
		ДС	ПС
G1	Деполяризация правого предсердия	3,32 ± 3,5	2,7 ± 2,8
	Соотношение, %	-18,67	
	Достоверность, Т-Вилкоксон, <i>p</i>	< 0,01	
G2	Деполяризация левого предсердия	1,94 ± 1,5	2,06 ± 1,5
	Соотношение, %	6,2	
	Достоверность, Т-Вилкоксон, <i>p</i>	< 0,05	
G3	Деполяризация правого желудочка	1,1 ± 3,5	1,4 ± 3,5
	Соотношение, %	27,3	
	Достоверность, Т-Вилкоксон, <i>p</i>	< 0,01	
G4	Деполяризация левого желудочка	0,7 ± 4,2	0,54 ± 4,2
	Соотношение, %	-20	
	Достоверность, Т-Вилкоксон, <i>p</i>	< 0,01	
G5	Реполяризация правого желудочка	0,42 ± 0,4	0,86 ± 0,4
	Соотношение, %	104,76	
	Достоверность, Т-Вилкоксон, <i>p</i>	< 0,01	
G6	Реполяризация левого желудочка	1,72 ± 3,3	3,34 ± 3,1
	Соотношение, %	94,2	
	Достоверность, Т-Вилкоксон, <i>p</i>	< 0,01	
G7	Электрическая симметрия желудочков	0,62 ± 3,3	1,36 ± 3,7
	Соотношение, %	119,35	
	Достоверность, Т-Вилкоксон, <i>p</i>	< 0,01	
G8	Внутрижелудочковые блокады	0,02 ± 0,2	0 ± 0
	Соотношение, %	0	
	Достоверность, Т-Вилкоксон, <i>p</i>	> 0,05	
G9	Компенсаторная реакция миокарда желудочков	4,36 ± 3,7	3,26 ± 3,7
	Соотношение, %	-25,23	
	Достоверность, Т-Вилкоксон, <i>p</i>	< 0,01	

Примечание: ДС — до соревнований; ПС — после соревнований.

Более детальный анализ полученных результатов показал, что изменения процентного соотношения дисперсионных характеристик в виде перехода из показателя «норма» в показатель «пограничное состояние» сразу после соревнований произошли по таким индексам детализации, как G1 (на 4 %), G3 (на 6 %), G4 (на 2 %) и, наиболее заметно, по индексам детализации G5 (на 46 %) и G6 (на 34 %). Значения индексов приведены в таблице 2.

При этом показатель «выраженное отклонение» не продемонстрировал столь заметной динамики.

Таблица 2

Процентное соотношение значений дисперсионных индексов детализации у высококвалифицированных тяжелоатлетов по показателям «норма», «пограничное состояние» и «выраженное отклонение»

Индекс	Высококвалифицированные тяжелоатлеты, n – 50					
	Интервалы значений индексов %					
	Норма		Пограничное состояние		Выраженное отклонение	
	ДС	ПС	ДС	ПС	ДС	ПС
G1	64	64	24	28 (+)	12	8 (-)
G2	58	64 (+)	38	32 (-)	4	4
G3	86	78 (-)	6	12 (+)	8	10 (+)
G4	96	94 (-)	0	2 (+)	4	4
G5	64	18 (-)	30	76 (+)	6	6
G6	70	22 (-)	24	58 (+)	6	16 (+)
G7	86	76 (-)	10	10	4	14 (+)
G8	98	100 (+)	0	0	2	0 (-)
G9	58	62 (+)	22	16 (-)	20	22 (+)

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

Примечание: ДС — до соревнований; ПС — после соревнований; (+) — увеличился %; (-) — уменьшился %.

Подобные сдвиги нашли отражение и в типовых комбинациях комплексов патологических состояний, указанных в таблице 3.

Так, после соревнований наметилась тенденция к увеличению числа испытуемых, имеющих выраженные отклонения, трактуемые как патология миокарда предсердий (на 2 %). На 2–4 % выросло число испытуемых с пограничным состоянием по индексу ишемические изменения и электрическая неоднородность миокарда.




С 18 % до 60 %, увеличилось число испытуемых с пограничными отклонениями по индексу метаболические изменения миокарда, на 8 % — число испытуемых с переходом от пограничного состояния к выраженному отклонению и на 2 % — с выраженным отклонением.

С 4 % до 14 % возросло число испытуемых с выраженными признаками гипоксии миокарда.

Таблица 3

Типовые комбинации комплексов детализации отклонений у высококвалифицированных тяжелоатлетов до и после соревнований

Основные патологии	Типовые комплексы с выявленными отклонениями (% от общего количества испытуемых)	
	ДС	ПС
Патология миокарда предсердий	20	14 (-)
	10	12 (+)
	4	6 (+)
Ишемические изменения миокарда	0	2 (+)
	0	4 (+)
	0	0
Метаболические изменения в миокарде	18	60 (+)
	6	14 (+)
	2	4 (+)
Гипоксия миокарда	10	10
	4	14 (+)
Гипертрофия одного из желудочков	10	16 (+)
	28	22 (-)

Примечание:  — градация пограничного отклонения;
 — градация, перетекающая от пограничного к выраженному отклонению;
 — градация выраженного отклонения;
 ДС — до соревнований; ПС — после соревнований; (+) — увеличился %; (-) — уменьшился %.

По индексу «гипертрофия миокарда» число испытуемых с пограничными отклонениями увеличилось на 6 %, а число испытуемых с выраженными отклонениями, напротив, снизилось на 6 %.

Выводы:

1. Фоновое исследование, проведенное до соревнований, показало, что дисперсионные индексы микроальтернаций зубца-T ЭКГ в подавляющем большинстве соответствовали нормальному уровню (58–98 %). Выраженные отклонения отмечались относительно редко (до 12 %), и только по индексу компенсаторная реакция миокарда желудочков достигала 20 %. Значительно чаще регистрировались пограничные отклонения, среди которых преобладали отклонения скорости деполяризации предсердий (до 38 %) и реполяризации желудочков сердца (30 %).

2. После воздействия высокоинтенсивной соревновательной нагрузки у спортсменов высокой квалификации наиболее значительно выросло число

испытуемых с пограничными отклонениями скорости реполяризации желудочков сердца (на 46 % — левого и на 34 % — правого) и компенсаторных реакций миокарда (на 25,2 %). Значительно увеличился процент испытуемых с выраженными отклонениями реполяризация левого желудочка и электрической симметрии желудочков (на 10 % по обоим показателям).

3. Проведенные исследования и анализ микроальтернаций сигнала ЭКГ в последовательных сердечных сокращениях показал, что данный метод исследования обладает достаточно высокой чувствительностью к электрофизиологическим изменениям в миокарде. Применение его для контроля функционального состояния сердечно-сосудистой системы при подготовке спортсменов к соревнованиям по тяжелой атлетике позволит тренерскому коллективу избежать развития ургентных состояний во время выступления спортсменов.

Литература

1. *Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В.* и др. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем // Вестник аритмологии. 2001. С. 65–86.
2. *Беляев В.С., Черногоров Д.Н., Матвеев Ю.А., Тушер Ю.Л.* Тактика тренера по профилактике травматизма в тяжелой атлетике: учебно-метод. пособие. М.: МГПУ, 2012. 80 с.
3. *Воробьев А.Н.* Тяжелая атлетика: учебник для институтов физической культуры / Под общ. ред. А.Н. Воробьева. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Физкультура и спорт, 1981. 256 с.
4. *Дворкин Л.С.* Подготовка юного тяжелоатлета: учеб. пособие. М.: Советский спорт, 2006. 396 с.
5. *Карпман В.Л.* Спортивная медицина: учебник для институтов физической культуры / Под ред. В.Л. Карпмана. М.: Физкультура и спорт, 1980. 349 с.
6. *Михайлова А.В.* Клинико-функциональная характеристика спортсменов с перенапряжением сердечно-сосудистой системы. Казань, 2012. С. 42–44.
7. *Синяков А.Ф., Степанов С.В.* Диагностика функционального состояния сердечно-сосудистой системы тяжелоатлетов // Тяжелая атлетика: Ежегодник. М., 1985. С. 37–40.
8. Система скрининга сердца компьютерная «Кардиовизор»: регистрационное удостоверение № ФСР 2007/00155 // URL: <http://www.medprof.org/#!support/c3vn>.
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. *Черногоров Д.Н., Матвеев Ю.А.* Характеристика основных параметров variability сердечного ритма и альтернаций Т-зубца ЭКГ как показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы у тяжелоатлетов // Отечественная наука в эпоху изменений: мат-лы VIII Междунар. научно-практ. конфер. Ч. 5, № 3 (8). Екатеринбург, 2015. С. 16–20.
11. *Шлык Н.И.* Типы регуляции сердечного ритма у детей и подростков // Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий: тезисы докладов на международном симпозиуме. М., 1999. 240 с.

Literatura

1. *Baevskij R.M., Ivanov G.G., Chirejkin L.V.* i dr. Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichny'x e'lektrokardiograficheskix sistem // Vestnik aritmologii. 2001. S. 65–86.
2. *Belyaev V.S., Chernogorov D.N., Matveev Yu.A., Tusher Yu.L.* Taktika trenera po profilaktiki travmatizma v tyazheloj atletike: uchebno-metod. posobie. M.: MGPU, 2012. 80 s.
3. *Vorob'ev A.N.* Tyazhelaya atletika: uchebnik dlya institutov fizicheskoj kul'tury' / Pod obshh. red. A.N. Vorob'eva. 3-e izd., pererab. i dop. M.: Fizkul'tura i sport, 1981. 256 s.
4. *Dvorkin L.S.* Podgotovka yunogo tyazheloatleta: ucheb. posobie. M.: Sovetskij sport, 2006. 396 s.
5. *Karpman V.L.* Sportivnaya medicina: uchebnik dlya institutov fizicheskoj kul'tury' / Pod red. V.L. Karpmana. M.: Fizkul'tura i sport, 1980. 349 s.
6. *Mixajlova A.V.* Kliniko-funkcional'naya xarakteristika sportsmenov s perenapryazheniem serdechno-sosudistoj sistemy'. Kazan', 2012. S. 42–44.
7. *Sinyakov A.F., Stepanov S.V.* Diagnostika funkcional'nogo sostoyaniya serdechno-sosudistoj sistemy' tyazheloatletov // Tyazhelaya atletika: Ezhegodnik. M., 1985. S. 37–40.
8. Sistema skrininga serdca komp'yuternaya «Kardiovizor»: registracionnoe udostoverenie № FSR 2007/00155 // URL: <http://www.medprof.org/#!/support/c3vn>.
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. *Chernogorov D.N., Matveev Yu.A.* Xarakteristika osnovny'x parametrov variabel'nosti serdechnogo ritma i al'ternacij T-zubca E'KG kak pokazatelej funkcional'nogo sostoyaniya serdechno-sosudistoj sistemy' u tyazheloatletov // Otechestvennaya nauka v e'poxu izmenenij: mat-ly' VIII Mezhdunar. nauchno-prakt. konfer. Ch. 5, № 3 (8). Ekaterinburg, 2015. S. 16–20.
11. *Shly'k N.I.* Tipy' regulyacii serdechnogo ritma u detej i podrostkov // Komp'yuternaya e'lektrokardiografiya na rubezhe stoletij: tezis'y' dokladov na mezhdunarodnom simpoziume. M., 1999. 240 s.

V.S. Belyaev,
Yu.A. Matveev,
D.N. Chernogorov

**Dynamics of Microalternations of the Wave t of the Electrocardiogram
at Highly Skilled Weightlifters under the Influence of Competitive Loading**

Possibility of carrying out inspection and screening of the functional condition of cardiovascular system at highly skilled weightlifters is substantiated in the article. Under the influence of high competitive pressures the authors identified deviations of dispersion characteristics, which is regarded as predictors of more severe myocardial morphological violations at skilled weightlifters. Further dynamic supervision of influence of maximal training loads on the state of the T-wave microalternations of ECG can be used by the coaching staff for adequate correction of competition and training loads.

Keywords: weightlifters; highly skilled athletes; cardiovascular system; training loads; the T-wave microalternations of electrocardiogram; sports heart; myocardial hypertrophy.