УДК 372.879.6
ББК Ч51.3.4

ВОЗДЕЙСТВИЕ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОГО ФАКТОРА НА ДИНАМИКУ МИКРОАЛЬТЕРНАЦИЙ ЗУБЦА Т ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ТЯЖЕЛОАТЛЕТОВ

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

Московский городской педагогический университет, Москва, Россия

Описывается проведение обследования и скрининг 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 по контролю влияния максимальных соревновательных нагрузок на состояние микроальтернаций зубца Т ЭКГ может быть использовано тренерским составом для адекватной корректировки и соревновательных и тренировочных нагрузок.

Ключевые слова: *тяжелоатлеты, высококвалифицированные спортсмены, сердечно-сосудистая система, соревновательные нагрузки, микроальтернации зубца Т электрокардиограммы, миокард, спортивное сердце, гипоксия, гипертрофия.*

В Московском городском педагогическом университете в апреле и мае 2015 г. прошли соревнования в рамках Московских студенческих игр и чемпионата России по тяжелой атлетике. Предоставилась уникальная возможность исследовать динамику изменений дисперсионных индексов и микроальтернаций зубца Т ЭКГ у высококвалифицированных тяжелоатлетов, находящихся в ранге «кандидат в мастера спорта», «мастер спорта» и «мастер спорта международного класса».

Исследования данных показателей представляют научный и практический интерес, поскольку касаются, во-первых, вопросов перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов и, во-вторых, могут помочь в малоизученной проблеме 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 обследования показателей микроальтернаций зубца Т ЭКГ и других дисперсионных характеристик до соревнований и сравнительные исследования тех же самых показателей после обследования с расчётом более детально изучить влияние соревновательного фактора на процессы деполяризации-реполяризации кардиомиоцитов у высококвалифицированных тяжелоатлетов, тем самым 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 объёма выбрасываемой в аорту крови для обеспечения, в свою очередь, органов и тканей организма тем количеством кислорода, за счёт которого становится возможным выполнение максимальной механической работы [3; 4]. Известно далее, что механизмы симпато-адреналовой регуляции данных процессов, а именно обеспечение достаточного систолического объёма компенсаторно увеличивают частоту сердечных сокращений, что приводит к резкому учащению ритма сердечных сокращений [5] и как подобные факторы в дальнейшем могут влиять на метаболизм миокарда у спортсменов высокой квалификации, имеющих спортивный стаж 5, 10 и более лет.

Для достижения указанной цели поставлены следующие конкретные задачи:

1. Зарегистрировать микровольтные альтернации зубца Т электрокардиограммы у спортсменов до соревнований как первичное фоновое обследование.

2. Повторно зарегистрировать эти же показатели непосредственно после соревнований и таким образом отразить фактор влияния соревновательной нагрузки на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и выявить возможные ранние предвестники электрической нестабильности миокарда у тяжелоатлетов наивысшего спортивного мастерства.

Материалы и методы: исследование проведено в группе из 50 чел.

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 Вилкоксону.

Результаты исследования. Как видно из табл. 1, соревновательная нагрузка приводит к статистически достоверным ($p<0,01$) изменениям дисперсионных индексов от G1 до G9 включительно. Выявлено заметное снижение процентного соотношения дисперсионных характеристик,

Таблица 1

Динамика значений дисперсионных индексов детализации у высококвалифицированных тяжелоатлетов до и после соревнований, *n* = 50

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

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

в первую очередь по индексам G1 (на 18,67 %), G4 (на 20,0 %) и G9 (на 25,23 %). Из 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 наблюдались 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).

Более детальный анализ полученных результатов показал (табл. 2), 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 %).

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

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

Так, после соревнований наметилась тенденция к увеличению количества испытуемых (на 2 %) по градации «выраженное отклонение» по типовой комбинации комплексов «Патологии миокарда предсердий». Типовая комбинация комплексов с наименованием «Ишемические изменения миокарда с последствиями, в том числе в виде электрической неоднородности миокарда» увеличились по градации «пограничное отклонение» на 2–4 %.

В типовой комбинации патологических комплексов, обозначаемых как «Метаболические изменения, включающие нарушения электролитного баланса, интоксикации миокарда, гипоксию, гормональные сдвиги, в том числе и некоторые виды кардиомиопатий», наряду с увеличением количества испытуемых по градации «пограничное отклонение» с 18 до 60 % после соревнований выявлено увеличение количества испытуемых по градациям «переход от пограничного к выраженному отклонению» и «выраженное отклонение» на 8 и 2 % соответственно.

По типовой комбинации патологических комплексов, таких как «Гипоксия миокарда», после соревнований обращает на себя внимание рост количества испытуемых по градации «выраженное отклонение» с 4 до 14 %.

Далее выявлено, что после соревнований по типовой комбинации патологических комплексов «Гипертрофия миокарда» количество испытуемых по градации «пограничное отклонение»

Таблица 2

Процентное соотношение значений дисперсионных индексов детализации у высококвалифицированных тяжелоатлетов по показателям «норма», «пограничное состояние» и «выраженное отклонение», *n* = 50

Индекс	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 (+)

Условные обозначения для табл. 2–3: ДС — до соревнований; ПС — после соревнований; (+) — увеличился; (–) — уменьшился.

Таблица 3

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

Основные патологии	Градация	Типовые комплексы с выявленными отклонениями (% от общего количества испытуемых)	
		ДС	ПС
Патологии миокарда предсердий любой этиологии	1	20	14 (–)
	2	10	12 (+)
	3	4	6 (+)
Ишемические изменения миокарда, последствия миокардитов, кардиомиопатий, врождённых аномалий и т.п. заболеваний, ведущих к морфологической и электрической неоднородности миокарда	1	0	2 (+)
	2	0	4 (+)
	3	0	0
Метаболические изменения, включающие нарушения электролитного баланса, интоксикации миокарда, гипоксию, гормональные сдвиги. Также этот комплекс может наблюдаться при некоторых видов кардиомиопатий	1	18	60 (+)
	2	6	14 (+)
	3	2	4 (+)
Гипоксия миокарда, преходящая или постоянная, как индикатор ишемии. Также может быть обусловлена врождёнными аномалиями (пороками)	1	10	10
	3	4	14 (+)
Гипертрофия одного из желудочков (преимущественно левого), некоторые виды кардиомиопатий, компенсаторные симпатические или нейрогуморальные влияния	1	10	16 (+)
	3	28	22 (–)

Условные обозначения: 1 — градация пограничного отклонения; 2 — градация, перетекающая от пограничного к выраженному отклонению; 3 — градация выраженного отклонения.

возросло на 6%, в то же время по градации «выраженное отклонение» количество испытуемых снизилось на те же 6%.

Выводы:

1. Фоновое исследование, проведённое до соревнований, указывает, что дисперсионные индексы микроальтернаций зубца Т ЭКГ от G1 до G9:

– в подавляющем большинстве соответствовали показателю «норма» (58–98%);

– по показателю «пограничное состояние» процентное соотношение испытуемых составляло от 0% и не более 38% (по индексам G2 и G5 (деполяризация левого предсердия и репорелизация правого желудочка);

– по показателю «выраженное отклонение» процентное соотношение испытуемых было минимальным (от 2 до 12%) и только по индексу «компенсаторная реакция миокарда желудочков» (G9) составило 20%.

2. После воздействия высокоинтенсивной соревновательной нагрузкой на чемпионате России по тяжёлой атлетике (Москва, 21–23 мая 2015 г.) у спортсменов высокой квалификации выявлены существенные отклонения дисперсионных характеристик микроальтернаций зубца Т ЭКГ:

– достоверное снижение значений ($p < 0{,}01$) по индексам G1 (на 18,67%), G4 (на 20,0%) и G9 (на 25,23%). Таким образом, можно сделать вывод, что соревновательная нагрузка прежде всего вызывает снижение деполяризации правого предсердия, левого желудочка и компенсаторную реакцию миокарда желудочков в виде гипертрофии;

– параллельно с этим наблюдалось существенное увеличение процентного соотношения индексов G5 (на 104,76%), G6 (на 94,2%) и G7 (на 119,35%), свидетельствующее, что воздействие соревновательной нагрузки смещает нормальную физиологическую возбудимость кардиомиоцитов в сторону преобладания процессов реполяризации правого и левого желудочков и сдвиги симметрии этих процессов в фазе максимально возбуждения (G7).

3. После соревновательной нагрузки далее зафиксированы изменения процентного соотношения дисперсионных характеристик в виде

перехода из показателя «норма» в показатель «пограничное состояние» по таким индексам детализации, как G1 (на 4 %), G3 (на 6 %), G4 (на 2 %) и наиболее заметно G5 (на 46 %) и G6 (на 34 %), и отсутствие существенной динамики по показателю «выраженное отклонение», что нашло отражение в таких типовых комплексах комбинаций патологических состояний, как «патология миокарда предсердий», «метаболические изменения» и «гипертрофия».

4. Проведённые исследования и анализ микроальтернаций, как микроколебаний ЭКГ сигнала в последовательных сердечных сокращениях, показал, что данный метод исследования обладает достаточно высокой чувствительностью к электрофизиологическим изменениям в миокарде, возникающим после соревновательной нагрузки, что позволяет использовать регистрацию микроальтернаций для выявления ранних предикторов электрической нестабильности миокарда ещё в донозологических формах, то есть до появления первых заметных признаков патологических состояний. Это качество микроальтернаций, связанных с процессами деполяризации-реполяризации в кардиомиоцитах и проводящей системе сердца, позволяет рекомендовать названный метод с целью наблюдения скрытой динамики функциональных изменений миокарда на основе контроля микрофлуктуационных изменений электрофизиологических характеристик у спортсменов. Такой контроль при подготовке спортсменов к соревнованиям по тяжёлой атлетике вооружает тренерский коллектив новым методом раннего выявления возможных патологических отклонений.

Список литературы

1. Баевский, Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов, Л. В. Чирейкин и др. // Вестн. аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65–87.

2. Беляев, В. С. Тактика тренера по профилактике травматизма в тяжёлой атлетике : учеб.-метод. пособие / В. С. Беляев, Д. Н. Черногоров, Ю. А. Матвеев, Ю. Л. Тушер. – М. : МГПУ, 2012. – 80 с.

3. Воробьёв, А. Н. Тяжёлая атлетика : учеб. для ин-тов физ. культуры / А. Н. Воробьёв и др. ; под общ. ред. А. Н. Воробьёва. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Физкультура и спорт, 1981. – 256 с.

4. Дворкин, Л. С. Подготовка юного тяжелоатлета : учеб. пособие / Л. С. Дворкин. – М. : Совет. спорт, 2006. – 396 с.

5. Карпман, В. Л. Спортивная медицина : учеб. для ин-тов физ. культуры / В. Л. Карпман. – М. : Физкультура и спорт, 1980. – 349 с.

6. Михайлова, А. В. Клинико-функциональная характеристика спортсменов с перенапряжением сердечно-сосудистой системы / А. В. Михайлова. – Казань, 2012.

7. Синяков, А. Ф. Диагностика функционального состояния сердечно-сосудистой системы тяжелоатлетов / А. Ф. Синяков, С. В. Степанова // Тяжёлая атлетика. – М., 1985. – С. 37–40.

8. Система скрининга сердца компьютерная «Кардиовизор», регистрац. удостоверение № ФСР 2007/00155.

9. Сула, А. С. Метод дисперсионного картирования ЭКГ. Биофизические основы метода дисперсионного картирования / А. С. Сула, Г. В. Рябыкина, В. Г. Гришин // Новые методы электрокардиографии. – М. : Техносфера, 2007. – С. 369–425.

10. Черногоров, Д. Н. Характеристика основных параметров вариабельности сердечного ритма и альтернаций Т-зубца ЭКГ как показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы у тяжелоатлетов / Д. Н. Черногоров, Ю. А. Матвеев // Отечественная наука в эпоху изменений : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2015. – С. 16–20.

11. Шлык, Н. И. Типы регуляции сердечного ритма у детей и подростков / Н. И. Шлык. – М., 1999. – 240 с.

Поступила в редакцию 26 ноября 2015 г.

Для цитирования: Черногоров, Д. Н. Воздействие соревновательного фактора на динамику микроальтернаций зубца Т электрокардиограммы у высококвалифицированых тяжелоатлетов / Д. Н. Черногоров, Ю. А. Матвеев, В. С. Беляев // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2016. – Т. 1, № 1. – С. 84–89.

Сведения об авторах

Черногоров Дмитрий Николаевич — кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и методики прикладных видов спорта, Московский городской педагогический университет. Москва, Россия. *chernogorovnikola@rambler.ru*

Матвеев Юрий Александрович — кандидат медицинских наук, доцент кафедры адаптивной физической культуры и медико-биологических дисциплин, Московский городской педагогический университет. Москва, Россия.

Беляев Василий Степанович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой теории и методики прикладных видов спорта, Московский городской педагогический университет. Москва, Россия.

PHYSICAL CULTURE. SPORT. TOURISM. MOTOR RECREATION
2016, vol. 1, no. 1, pp. 84–89.

Impact of the Competitive Factor on Dynamics of Microalternations of the Tooth T of the Electrocardiogram at Highly Skilled Weightlifters

D. N. Chernogorov[1], Yu. A. Matveev, V. S. Belyaev
Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russia
[1]chernogorovnikola@rambler.ru

Possibility of carrying out inspection and screening of the functional condition of cardiovascular system at weight-lifters various groups of preparation locates in article. The revealed rejections of dispersion characteristics at athletes during training occupations will allow to reveal predictors of more expressed morphological violations of a myocardium that finally can lead to aberrations of a cardiac rhythm. Also further dynamic supervision on monitoring of influence of training loads of various degree on variability of a cardiac rhythm, and in case of identification of violations is considered, to make recommendations to trainer's structure on well-timed correction of training loads.

Keywords: *weightlifters, cardiovascular system, variability of a warm rhythm-T of elektrocardigramme, myocardium, rhythm. sports heart, hypoxia.*

References

1. Baevsky R.M., Ivanov G.G., Characin L.V. et al. *Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnykh elektrokardiograficheskikh sistem* [Analysis of Cardiac Rhythm Variability when Using Various Electrocardiographic Systems]. *Bulletin of Arrhythmology* [The Bulletin of Aritmology], 2001, no. 24, pp. 65–87.

2. Belyaev V.S., Chernogorov D.N., Matveev Yu.A., Tuser Yu.L. *Taktika trenera po profilaktike travmatizma v tyazheloy atletike* [Tactics of the Coach on the Prevention of Injuries in Weightlifting. Textbook]. Moscow, 2012. 80 p.

3. Vorobyev A.N. *Tyazhyelaya atletika* [Weightlifting. Textbook]. Moscow, 1981. 256 p.

4. Dvorkin L.S. *Podgotovka yunogo tyazheloatleta* [Training of Young Weightlifter. Textbook]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2006. 396 p.

5. Karpman V.L. *Sportivnaya meditsina* [Sports Medicine. Textbook]. Moscow, Physical Culture and Sport Publ., 1980. 349 p.

6. Mikhailov V.A. *Kliniko-funktsionalnaya harakteristika sportsmenov s perenapryazheniem serdechno-sosudistoy sistemyi* [Clinical and Functional Characteristics of Athletes with Stress Cardiovascular System]. Kazan, 2012. Pp. 42–44.

7. Bruising A.F., Stepanov F.A. *Diagnostika funktsionalnogo sostoyaniya serdechno-sosudistoy sistemyi tyazheloatletov* [Diagnostics of the Functional State of the Cardiovascular System Weightlifters]. Moscow, 1985.

8. *Sistema skrininga serdtsa kompyuternaya «Kardiovizor», registratsionnoe udostoverenie № FSR 2007/00155* [The Screening System of the Heart Computer «CardioVisor», registration certificate № FSR 2007/00155].

9. Sula S.A. Metod dispersionnogo kartirovaniya EKG. Biofizicheskie osnovyi metoda dispersionnogo kartirovaniya [Method of Dispersion Mapping of ECG. Biophysical Basis of the Method of Dispersion Mapping]. *Novye metody elektrokardiografii* [New Methods of Electrocardiography]. Moscow, 2007. Pp. 369–425.

10. Chernogorov D.N. Harakteristika osnovnyih parametrov variabelnosti serdechnogo ritma i alternatsiy T-zubtsa EKG kak pokazateley funktsionalnogo sostoyaniya serdechno-sosudistoy sistemyi u tyazheloatletov [Characteristics of the Main Parameters of Heart Rate Variability and Alternations of the T-wave of the ECG as Indicators of the Functional State of Cardiovascular System in Weightlifting]. *Otechestvennaya nauka v epohu izmeneniy* [Domestic Science in the Epoch of Changes: VIII International Scientific-Practical Conference]. Ekaterinburg, 2015. Pp. 16–20.

11. Shlyk N.I. *Tipyi regulyatsii serdechnogo ritma u detey i podrostkov* [Types of Cardiac Rhythm Regulation in Children and Adolescents]. Moscow, 1999. 240 p.