

УДК 612.1:796

МОНИТОРИНГ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МИОКАРДА У СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ТРЕНИРОВКИ

Балберова О.В., Ярышева В.Б.

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры», Челябинск,
e-mail: olga-balberova@mail.ru*

В статье представлены результаты мониторинга электрофизиологических свойств миокарда у спортсменов-легкоатлетов и спортсменов-конькобежцев, тренирующихся с разной направленностью физических нагрузок (спринтеры и стайеры). В задачу исследований входило изучение электрофизиологических свойств миокарда спортсменов на разных этапах тренировки: на общеподготовительном этапе подготовительного периода и на специально-подготовительном этапе подготовительного периода, в условиях интенсивных физических нагрузок. В условиях физиологического покоя проводилась электрокардиография в 12 стандартных отведениях. Определяли частоту сердечных сокращений, положение электрической оси сердца, тип ритма, проводимости, вольтаж зубцов, расположение по отношению к изолинии сегмента ST и зубца T. В результате мониторинга электрофизиологических свойств миокарда у спортсменов установлен факт достоверного увеличения выявленных ЭКГ-изменений, связанных с процессами реполяризации. В этот же тренировочный период, когда происходит увеличение доли высокоинтенсивных нагрузок перед соревнованиями, сопряженных с длительной гиперфункцией сердца, наблюдалось увеличение численности спортсменов с ЭКГ-признаками гипертрофии миокарда. В обще-подготовительном периоде отмечена тенденция к увеличению численности спортсменов с признаками нарушения проводимости (АВ-блокады, блокада правой ножки пучка Гисса). Полученные результаты были использованы с целью корректировки тренировочного процесса.

Ключевые слова: хроническое физическое перенапряжение сердца, этапы тренировочного процесса, электрокардиография, спортсмены циклических видов спорта

MONITORING OF ELECTROPHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF THE MYOCARDIUM IN ATHLETES OF CYCLIC TYPES OF SPORT AT VARIOUS STAGES OF TRAINING

Balberova O.V., Yarysheva V.B.

Of the Ural state University of physical culture, Chelyabinsk, e-mail: olga-balberova@mail.ru

The article presents the results of monitoring of electrophysiological properties of myocardium in athletes and athletes-skaters, training with different directions of physical activity (sprinters and stayers). The task of the research was to study the electrophysiological properties of the myocardium of athletes at different stages of training: at the General preparatory stage of the preparatory period and at the special preparatory stage of the preparatory period, in conditions of intense physical activity. In the conditions of physiological rest, electrocardiography was carried out in 12 standard leads. The heart rate, the position of the electrical axis of the heart, the type of rhythm, conductivity, voltage of the teeth, the location in relation to the isolation of the ST segment and the t wave were determined. As a result of monitoring the electrophysiological properties of the myocardium in athletes, a significant increase in the identified ECG changes associated with repolarization processes was established. In the same training period, when there is an increase in the proportion of high-intensity loads before the competition associated with prolonged hyperfunction of the heart, an increase in the number of athletes with ECG signs of myocardial hypertrophy was observed. In the General preparatory period, there was a tendency to increase the number of athletes with signs of conduction disorders (AV blockade, blockade of the right leg of the his beam). The results were used to adjust the training process.

Keywords: chronic physical overstrain of the heart, stages of the training process, electrocardiography, cyclical sports athletes

Спортивная деятельность связана с интенсивной и длительной физической активностью, которая модулирует обменные и регуляторные процессы в организме спортсмена. При этом специфика каждого вида спорта определяет характер адаптационных сдвигов в организме на морфологическом, метаболическом и регуляторном уровнях [1, с. 50].

В настоящее время остаются значимыми исследования, связанные с изучением индивидуальных проявлений механизмов адаптации организма спортсменов, его устойчи-

вости к воздействию нагрузок различной направленности. Длительное выполнение предельных нагрузок усугубило проблему сохранения здоровья спортсменов. Систематическое воздействие неблагоприятных факторов спортивной деятельности на фоне хронического утомления сопровождается кумулятивными эффектами в виде функциональных сдвигов как адаптационного, так и дезадаптационного характера и может обусловить возникновение соматической патологии [2, с. 59].

Таблица 1

Варианты ЭКГ-изменений на разных этапах тренировок

Выявленные ЭКГ-изменения	Юноши (n = 64), количество человек, %		Девушки (n = 25), количество человек, %	
	ОП ПП	СП ПП	ОП ПП	СП ПП
Синусовая брадикардия	37 (57,8%)	44 (68,7%)*	12 (47%)	14 (56%)
Синусовая аритмия	13 (20%)	9 (14%)	6 (24%)	4 (16%)
АВ-блокады I ст	2 (3,1%)	–	1 (4%)	–
Блокада правой ножки пучка Гисса	1 (1,6%)	–	2 (8%)	2(8%)
Изменения конечной части желудочкового комплекса	11 (17%)	6 (16,4%)*	1 (4%)	1 (4%)
Элевация ST-T	1 (1,6%)	6 (9,4%)*	-	-
Эктопические ритмы	7 (11%)	11 (17%)	6 (24%)	7 (28%)
Отклонение электрической оси сердца вправо	6 (9,4%)	10 (15,6%)	3 (12%)	4 (16%)
Отклонение электрической оси сердца влево	1 (1,6%)	2 (3,1%)	–	1 (4%)
Гипертрофия ЛЖ	2 (3,1%)	2 (3,1%)	–	–

Примечание. * – различия статистически достоверны при $p \leq 0,01$.

Физическое перенапряжение, возникающее при нерациональном построении тренировочных и соревновательных нагрузок, не соответствующих функциональным возможностям спортсмена, наиболее часто проявляется хроническим физическим перенапряжением сердца (ХФПС). Оно, в свою очередь, может проявляться рядом ЭКГ-изменений [3, с. 61].

Сравнение индивидуальных показателей спортсмена по данным ЭКГ в динамике наблюдений на различных этапах тренировочного процесса и выявление ЭКГ-вариантов проявления ХФПС позволяет объективно оценить степень его тренированности и состояния здоровья и на этой основе оптимизировать тренировочный процесс.

Цель исследования: изучить электрофизиологические свойства миокарда спортсменов циклических видов спорта на разных этапах тренировки.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на базе научно-исследовательского института олимпийского спорта Уральского государственного университета физической культуры. В исследованиях приняли участие спортсмены мужского (n = 64) и женского пола (n = 25) 17–20 лет, имеющие стаж занятий более 5 лет (спортивный резерв).

В условиях физиологического покоя проводилась электрокардиография в 12 стандартных отведениях (электрокардиограф EEG-9620 M, изготовитель – фирма «Nihon KONDEN», Япония). Определяли частоту сердечных сокращений, положение электрической оси сердца, тип ритма, проводимости, вольтаж зубцов, расположение по отношению к изолинии сегмента ST и зубца T. Обследование проводилось на общеподготовительном этапе подготовительного периода (ОП ПП) и на специально-подготовительном этапе подготовительного периода (СП ПП). Всего

было проанализировано 213 протоколов. Для оценки достоверности различий использовали t-критерий Стьюдента. Достоверно значимыми считали различия при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

В проведенных исследованиях выраженных клинических форм заболеваний системы кровообращения нами не выявлено, однако практически во всех случаях наблюдались различные изменения на ЭКГ, связанные с внутрижелудочковой и внутрипредсердной проводимостью, ритмом сердца, изменения электрической оси, а также изменения, касающиеся реполяризационного комплекса. Полученные в ходе исследования ЭКГ-изменения представлены в табл. 1.

Из всех обследованных спортсменов общая распространенность указанных изменений составила 83,7% в периоде общей подготовки и 94,5% на СП ПП. Гендерный фактор не влиял на выявленные изменения ЭКГ, у мужчин процент распространенности составил 87,6%, у женщин 92,3%.

Самым распространенным вариантом ЭКГ-изменений вне зависимости от специфики тренировочного процесса являлись синусовая брадикардия, выявленная у женщин в 47% на ОП ПП и в 56% в СП ПП и у мужчин соответственно в 57,8% и 68,7% случаев (табл. 1). Синусовая брадикардия является показателем хорошей тренированности спортсмена по части кардиореспираторной выносливости. По данным разных авторов уровень допустимой брадикардии у детей при холтеровском мониторировании составляет 32–42 в минуту в ночное время [4, с. 7]. В наших исследованиях было выявлено

4,7% спортсменов мужского пола с заключением «выраженная брадикардия», с ЧСС 37–42 уд/мин. Замедление ритма сердца чаще встречалось у спортсменов, специализирующихся в беге на длинные дистанции, и не зависело от этапа тренировки.

Синусовая аритмия часто встречается у спортсменов и считается вызванным зависимым от дыхания изменением ЧСС. Доказано влияние фаз дыхания на сердечный ритм, которое проявляется кардиореспираторной синхронизацией или респираторной синусовой аритмией [5, с. 91–92]. Респираторная синусовая аритмия является важной регуляторной функцией и является следствием изменения тонуса блуждающего нерва. Нарушение согласованности между ритмом сердца и ритмом дыхания, косвенно свидетельствует о нарушениях вегетативного баланса. Более успешное восстановление после тренировочного процесса встречается у спортсменов, выработавших респираторную синусовую аритмию [5, с. 94]. По данным проведенного исследования, резкая синусовая аритмия, когда частота комплексов QRS составила в среднем от 43 до 65 в минуту и разница между интервалами R-R достигла более 30%, была выявлена у спортсменов-стайеров (24%) и у спортсменов-спринтеров (14%).

Мониторинг ЭКГ продемонстрировал наличие нарушений атриовентрикулярной проводимости, которые не имели конкретного отношения к определенному виду спорта. Так, на этапе подготовки у 7,1% спортсменов была выявлена АВ-блокада первой степени. Следует отметить, что это нарушение проводимости у спортсменов исчезло при повторном исследовании на специально-подготовительном этапе тренировки в условиях интенсивных физических нагрузок. По мнению ряда авторов [6, с. 45], данный факт служит признаком тренированности спортсмена.

У обследуемых спортсменов частичная блокада правой ножки пучка Гиса встречалась весьма часто (17,5% случаев), причем в большинстве случаев у девушек-стайеров (8%) против 1,6% у юношей на ОП ПП (табл. 1). В настоящий момент отсутствуют данные о связи блокады правой ножки пучка Гиса у лиц, занимающихся спортом с неблагоприятным прогнозом, авторы отмечают высокую распространенность данного ЭКГ-изменения, в особенности в видах спорта, требующих наличия качества выносливости [7, с. 42].

Изменения сегмента S-T комплекса электрокардиограммы на тех или иных этапах подготовки мы наблюдали у 11% спортсменов (табл. 1). Данные о том, что

элевация сегмента S-T, являются проявлениями дистрофического процесса не нашли подтверждения, поскольку у всех спортсменов с выявленным изменением ЭКГ отсутствовали жалобы кардиального характера, они все хорошо переносили тренировочные и соревновательные нагрузки.

Выявленные особенности ЭКГ сопряжены у спортсменов с физиологической гипертрофией сердца, вызваны регулярными занятиями спортом, исчезают при выполнении физической нагрузки, поскольку являются следствием повышенного тонуса блуждающего нерва и не имеют отношения к патологическому электрофизиологическому ремоделированию, свойственному некоторым заболеваниям, затрагивающим миокард.

В самостоятельную «группу риска» вошли спортсмены с неблагоприятными ЭКГ-признаками.

Исследования показали, что у некоторых спортсменов в течение годового цикла тренировок было зарегистрировано наличие эктопических ритмов (11–17% у юношей и 24–28% – у девушек). Подобные изменения могут быть одними из ранних сигналов развития дезадаптации вследствие физических нагрузок. Кроме этого, было установлено, что именно нарушения ритма сердца являются лимитирующим фактором адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам [8–9]. При этом очень важно отметить, что в спорте большинство летальных исходов обусловлено именно нарушениями ритма сердца [10–11]. При динамических наблюдениях в течение годового цикла тренировок у спортсменов отмечалось усугубление отмеченных явлений в предсоревновательном периоде (табл. 1).

В ходе исследования были выявлены спортсмены, у которых после соревновательных нагрузок наблюдалось отклонение электрической оси сердца. Так, у 12% девушек и 15,6% – юношей в соревновательном периоде было зарегистрировано отклонение оси вправо. По мнению авторов, отклонение электрической оси сердца вправо, является ЭКГ-признаками перегрузки правых камер сердца, обусловленными изменением результирующего вектора возбуждения желудочков [12].

Отклонение электрической оси влево (7% обследованных на разных этапах тренировок) может сопровождать такие нарушения, как увеличение в размерах левого желудочка (гипертрофия левого желудочка); сбой в работе клапанов левого желудочка, из-за чего происходит перегрузка желудочка объемом крови; кардиологические блокады; нарушения электропроводности

внутри левого желудочка. Левограмма также может сопровождать кардиомиопатию.

Поскольку угол отклонения от нормы может быть различным, то и степени процесса отличаются. Изменение градуса – постепенный процесс. Чем больше растет размер полости, тем сильнее уходит от нормы показатель. Если отклонение составляет от – 450 до – 900 градусов относительно нормы, то говорят о том, что орган резко смещен влево. Если происходит резкое изменение оси, это следствие резкого изменения полости сердца, а это фульминантная (молниеносная кардиомиопатия) и развитие острой сердечной недостаточности и, вследствие этого, внезапной смерти.

Особое внимание, на наш взгляд, необходимо обратить на выявленные ЭКГ-изменения, связанные с процессами реполяризации, которые могут проявляться в изменении сегмента ST и зубца T, их депрессии или элевации (11%). По мнению G. Hart, нарушения процессов реполяризации (по данным ЭКГ) могут предшествовать внезапной сердечной смерти спортсменов и без видимых проявлений и наличия специфической кардиальной патологии [13]. Наибольшее количество подобных асимметричных зубцов T было зарегистрировано в период подготовки к соревнованиям. Появление атипично асимметричного зубца T, по мнению авторов [3, с. 62–63], свидетельствует о замедлении поздней, т.е. происходящей в эндокарде, реполяризации.

В ряде случаев проявлением перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов может быть ремоделирование миокарда левого желудочка, несоответствующее направленности тренировочного процесса. В связи с этим был проведен анализ электрокардиографических показателей, указывающих на наличие гипертрофии миокарда желудочков сердца (табл. 2).

В нашем исследовании мы использовали классические критерии диагностики ГЛЖ по ЭКГ, предложенные Sokolow a. Lyon, которые использованы для создания Миннесотского кода, предназначенного для популяционных исследований и стандартизации диагностики гипертрофии миокарда

левого желудочка по ЭКГ. Также эти критерии наиболее часто используются в клинической практике:

1. Сумма RI + SIII > 25 мм.
2. Депрессия сегмента ST (I) > 0,5 мм.
3. Зубец T (-, -+) в сочетании с депрессией интервала ST и высоким зубцом RI.
4. Ravi > 11 мм при горизонтальном положении сердца.
5. STavf или STavl снижен более чем на 0,5 мм.
6. Сглаженность зубца TavI или Tavf или T (-) в сочетании с депрессией интервала ST и увеличением зубца R.
7. Зубец Rv5, v6 > 26 мм.
8. Депрессия интервала STv5, v6 > 0,5 мм.
9. Сглаженность или отрицательность зубца Tv5, v6 в сочетании с депрессией интервала ST и нормальным или малым зубцом S.
10. Интервал j в v5 или v6 ≥ 0,06 мс.
11. Сумма зубцов Rv5 + Sv1 или Rv6 + Sv1 > 35 мм.

Данные о частоте выявления ЭКГ-признаков гипертрофии левого желудочка сердца на разных этапах тренировок у спортсменов циклических видов спорта представлены в табл. 2.

Проведенное исследование выявило гипертрофию миокарда левого желудочка в периоде общей подготовки у 6 юношей и в периоде специальной подготовки у 14 обследуемых юношей и у 1 девушки (табл. 2). Несмотря на то, что у девушек достоверных различий зарегистрировано не было, увеличение доли высокоинтенсивных нагрузок перед соревнованиями, сопряженных с длительной гиперфункцией сердца, нашло отражение в увеличении численности спортсменов мужского пола с ЭКГ-признаками гипертрофии миокарда именно в этот период. При этом спортсмены имели высокую работоспособность. У 3,12% юношей подобные изменения ЭКГ носили временный характер, подвергаясь обратному развитию при соответствующем изменении режима тренировки. У остальных спортсменов электрокардиографические признаки, отражающие гипертрофию миокарда, не изменялись в зависимости от этапа подготовки.

Таблица 2

Динамика ЭКГ-изменений, связанных с гипертрофией миокарда левого желудочка на разных этапах тренировочного процесса

Юноши количество человек, (%)		Девушки количество человек, %	
ОП ПП (n = 64)	СП ПП (n = 64)	ОП ПП (n = 26)	СП ПП (n = 24)
6 (9,38%)	14 (21,8%)	1 (3,8%)	1 (4,1%)
P ≤ 0,05		p ≥ 0,05	

Ремоделирование миокарда левого желудочка большинством исследователей признается как необходимое условие адаптации сердца спортсмена. Представление о гипертрофии миокарда у спортсменов заключается в том, что хотя она и представляет собой физиологическую приспособительную реакцию на гиперфункцию, однако эта реакция – не самая рациональная, так как является переходным этапом к развитию патологической гипертрофии.

Заключение

В результате мониторинга электрофизиологических свойств миокарда у спортсменов-легкоатлетов и спортсменов-конькобежцев установлен факт достоверного увеличения выявленных ЭКГ-изменений, связанных с процессами реполяризации, которые проявлялись в изменении сегмента ST и зубца T и были зарегистрированы в период подготовки к соревнованиям. В этот же тренировочный период, когда происходит увеличение доли высокоинтенсивных нагрузок перед соревнованиями, сопряженных с длительной гиперфункцией сердца, наблюдалось увеличение численности спортсменов с ЭКГ-признаками гипертрофии миокарда.

В общеподготовительном периоде отмечена тенденция к увеличению численности спортсменов с признаками нарушения проводимости (АВ-блокада, блокада правой ножки пучка Гисса), которое при повторном исследовании на специально-подготовительном этапе тренировки в условиях интенсивных физических нагрузок не было зарегистрировано. Полученные результаты были использованы с целью корректировки тренировочного процесса.

Список литературы

1. Балберова О.В., Быков Е.В., Чипышев А.В., Сидоркина Е.Г., Орешкина И.Н., Матюхов Д.М. Динамика показателей физической работоспособности у спортсменов с разной спецификой тренировочного процесса // Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. 2018. № 5. С. 49–56.
2. Коган О.С., Галиуллина С.Д. Спорт высших достижений в контексте патологии сердечно-сосудистой системы у высококвалифицированных спортсменов // Теория и практика физической культуры. 2018. № 4. С. 59–61.
3. Агаджанян М.Г. Электрокардиографические проявления хронического физического перенапряжения у спортсменов // Физиология человека. 2005. Т. 31. С. 60–64.
4. Школьникова М.А. Сердечные аритмии и спорт: грань риска // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2010. № 1. С. 4–12.
5. Ибрагимов Т.В. Респираторная синусовая аритмия у спортсменов циклических видов спорта // Неинвазивная аритмология. 2017. Т. 14. № 2. С. 90–95.
6. 36th Bethesda Conference Eligibility Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities // Journal of the American College of Cardiology. 2005. V. 45. № 8.
7. Киндерманн В., Шараг Й. Физиологическая гипертрофия сердца («спортивное сердце») // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2015. № 4 (130). С. 39–47.
8. Михайлова А.В., Смоленский А.В. Перенапряжение спортивного сердца // Лечеб. физкультура и спорт. медицина. 2009. № 12 (72). С. 26–32.
9. Смоленский А.В., Михайлова А.В. Основные направления развития спортивной кардиологии // Наука и спорт: современ. тенденции. 2013. № 1. С. 69–79.
10. Fragakis N, Pagourelas E.D., Koskinas K.C., Vassilikos V. Arrhythmias in athletes: evidence-based strategies and challenges for diagnosis, management, and sports eligibility. *Cardiol. Rev.* 2013. Vol. 21. № 5. P. 229–238.
11. Rowland T. Is the 'Athlete's Heart' Arrhythmogenic?: Implications for Sudden Cardiac Death. *Medicine & Sci. in Sports & Exercise.* 2011. Vol. 43. P. 1552–1560.
12. Мурашко В.В., Струтынский А.В. Электрокардиография: учеб. пособие. 8-е изд. М.: МЕДпресс-информ, 2007. 320 с.
13. Hart G. Exercise-induced cardiac hypertrophy: a substrate for sudden death in athletes? *Exp. Physiol.* 2003. Vol. 88. № 5. P. 639–644.