

Г.В. Лукьянцева ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины

Лукьянцева Г.В. Электрокардиографические характеристики деятельности сердца спортсменов высокой квалификации // Украинський морфологічний альманах. – 2014. – Том 12, № 1. – С. 112-116.

В данной работе представлены современные данные, касающиеся основных электрокардиографических характеристик работы сердца профессиональных спортсменов, также приведены возможные отличия в структуре основных компонентов ЭКГ, отражающие особенности динамики возбуждения в сердце спортсменов мужского и женского пола.

Ключевые слова: электрокардиограмма, спортсменки, физическая нагрузка.

Лук'янцева Г.В. Електрокардіографічні характеристики діяльності серця спортсменок високої кваліфікації // Український морфологічний альманах. – 2014. – Том 12, № 1. – С. 112-116.

У даній роботі представлені сучасні дані, що стосуються основних електрокардіографічних характеристик роботи серця професійних спортсменок, також наведені можливі відмінності в структурі основних компонентів ЕКГ, що відображають особливості динаміки збудження в серці спортсменів чоловічої і жіночої статі.

Ключові слова: електрокардіограмма, спортсменки, фізичні навантаження.

Lukiantseva G.V. Electrocardiographic characteristics of cardiac activity athletes qualifications // Український морфологічний альманах. – 2014. – Том 12, № 1. – С. 112-116.

This paper presents the current data concerning the main characteristics of the heart ECG professional athletes, as are the possible differences in the structure of the main components of an electrocardiogram, reflecting the characteristics of the excitation dynamics in the heart of athletes, male and female.

Key words: electrocardiogram, athletes, exercise.

Стремление атлетов достичь наибольших результатов в современном профессиональном спорте предполагает максимальную мобилизацию функциональных резервов и компенсаторно-приспособительных возможностей спортсменов обоих полов [1]. На конференции по сердечно-сосудистым заболеваниям у женщин (Ницца, 2005 г.) было обращено внимание научного мира на проблему снижения летальности в этой сфере у мужчин, но не у женщин, а также была разработана программа изучения «женского сердца» – инициирование исследований в области сердечно-сосудистых заболеваний у женщин. Основной проблемой в данной ситуации является обособанность лечения мужчин и женщин по единым принципам, которые основаны на данных исследований с преимущественным включением мужчин [2]. Не менее важным является решение этого вопроса и для сферы спорта высших достижений, ведь именно нарушения функционирования спортивного «женского» сердца могут явиться фактором, лимитирующим улучшение спортивных показателей.

Перенапряжение в деятельности сердечно-сосудистой системы может сопровождаться серьезными нарушениями обмена веществ в кардиомиоцитах, что приводит к дисфункциональным расстройствам как в самой систе-

ме, так и организме спортсмена в целом [3]. Устойчивое увеличение сердечного выброса в течение длительного времени при физической нагрузке связано со структурными и электрическими изменениями в сердце спортсмена и, следовательно, приводит к изменениям ЭКГ [4, 5].

Электрокардиографическое исследование является основной неинвазивной инструментальной методикой исследования биоэлектрической активности миокарда и является незаменимой в диагностике нарушений ритма, проводимости структур сердца и других физиологических и патологических изменений [6]. Динамика нарушений ЭКГ различна у спортсменов разных групп двигательной деятельности, возраста и пола. Некоторые различия ЭКГ обусловлены особенностями женского и мужского организма в адаптации к физическим нагрузкам и существенным различиям тренировочного процесса. Количество спортсменов, имеющих абсолютно нормальную ЭКГ покоя, является сравнительно небольшим – 6,7% мужчин и 3,7% женщин, при нагрузочной ЭКГ отклонения выявлены у 4,9%, причем чаще у женщин, чем у мужчин (8% против 3,9% соответственно), однако встречаются эти изменения у женщин в более старшем возрасте (30,9 лет против 24,9 лет; $p < 0,001$) [7].

Согласно современным представлениям, в основе изменений ЭКГ у высококвалифицированных спортсменов лежат следующие механизмы:

1. Изменение ваго-симпатического баланса в сторону резко выраженного преобладания тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и снижения тонуса симпатического отдела [9, 10]. Усиление активности блуждающего нерва и связанного с этим увеличения проницаемости кардиомиоцитов для калия в условиях занятий спортом может вести к изменению характеристик ЭКГ.

2. Морфологическое ремоделирование миокарда. Повышенная нагрузка на миокард, как физиологическая (вследствие физической нагрузки), так и патологическая (являющаяся результатом заболеваний сердца) приводит к изменению объемов камер сердца и толщины стенок миокарда, в основном, желудочков [11, 12]. Они трактуются, преимущественно, как эксцентрическая гипертрофия, которая более характерна для спортсменов, тренирующих качество выносливости. У спортсменов, тренирующих исключительно силу, могут формироваться элементы концентрической гипертрофии. На начальных стадиях формирования гипертрофии коронарное кровообращение способно полностью удовлетворить потребность гипертрофированного миокарда в энергетических и пластических ресурсах адекватно режиму нагрузки, однако при более значительном увеличении массы и толщины стенок может развиваться несоответствие между потребностями и кровоснабжением миокарда вследствие недостаточной васкуляризации. В таком случае может сформироваться патологическая гипертрофия, характеризующаяся наличием ишемии и гипоксии миокарда с последующими нарушениями метаболизма. Развитие гипертрофии спортивного сердца связывают с увеличением в организме спортсменов эндокринных и нейрогуморальных факторов, таких как инсулин, катехоламины, предсердный Na^+ -уретический пептид, ангиотензин II [13].

3. **Электрофизиологическое ремоделирование миокарда.** Описанные выше физиологические механизмы формируют особенности электрической активности, которые являются частью физиологического спортивного сердца [14], причем изменения электрической активности миокарда оказываются более выраженными у мужчин, чем у женщин [15].

4. Повышение интенсивности обмена электролитов вследствие увеличенной их потери с потом, мочой и т.д. в процессе тренировочных и соревновательных нагрузок. Не-

своевременное и неадекватное восстановление утраченных веществ будет приводить к нарушению нормального функционирования внутренних органов, в частности, сердца, изменения деятельности которого отражаются на ЭКГ. При гипокалиемии отмечают нарушения процесса реполяризации, происходит депрессия сегмента ST и формируется сначала уплощенный, затем отрицательный зубец T. При гиперкальциемии отмечается резкое укорочение сегмента ST, зубец T изменяет конфигурацию - может стать уплощенным, бифазным, отрицательным. [16].

13-14 февраля 2012 года Американское Медицинское Общество Спортивной Медицины провело в г. Сиэтла (штат Вашингтон, США) саммит по проблемам интерпретации электрокардиограмм спортсменов. На нем был выработан список приемов оценки кардиограмм спортсменов, получивший название Критерий Сиэтла [17], согласно которому к числу адаптивных видоизменений ЭКГ, не требующих врачебного контроля, отнесены следующие ЭКГ-признаки - синусовая брадикардия, синусовая аритмия, снижение амплитуды зубца P, увеличение амплитуды зубца R, удлиненный период предсердно-желудочковой проводимости при выраженной брадикардии, частичная блокада правой ножки пучка Гиса, увеличение амплитуды зубца T, относительное удлинение электрической систолы желудочков [18]. В других случаях необходимо проведение клинического обследования для выяснения причин их появления [19].

Вариантом нормы для спортсменов является синусовая физиологическая брадикардия покоя, характеризующаяся снижением ЧСС <60 уд/мин и встречающаяся у 80% высококвалифицированных спортсменов (в среднем 56 уд/мин у мужчин и 59 уд/мин у женщин) [20]. Брадикардия способствует экономизации деятельности сердца, т.к. уменьшение частоты сердечных сокращений снижает потребность миокарда в кислороде. Однако предположения о том, что брадикардия является результатом повышения тонуса блуждающего нерва (как это считалось до сих пор), сейчас вызывают обоснованные возражения. Экспериментальные данные свидетельствуют, что у физически тренированных животных даже изолированное (т.е. лишенное вагусной иннервации) сердце сокращается с более низкой частотой. Резко выраженная брадикардия (ниже 40 уд/мин), которая вызывает сомнения в отношении ее физиологического происхождения, встречается чаще среди мужчин, чем среди женщин [21].

При сохранении нормального синусового

ритма (его критериями являются положительно направленные зубцы Р в I, II, III, aVF отведениях, постоянно предшествующие комплексам QRS, постоянная форма зубца Р во всех отведениях и др.) ЭКГ спортсменов-легкоатлетов характеризуется удлинением интервала P-R, что является одним из признаков синусовой брадикардии [22], что служит показателем хорошей тренированности спортсмена в отношении кардиореспираторной выносливости [23].

Синусовая аритмия. Колебания длительности сердечного цикла от среднего значения, большее, чем 10%, или разница по длительности самого длинного и самого короткого цикла больше 0,16 сек. свидетельствует о наличии аритмии. Это состояние часто встречается у спортсмена, и считается зависимым от дыхания изменением частоты сокращений сердца, которая немного увеличивается во время вдоха и незначительно уменьшается во время выдоха. По данным отечественных авторов, резкая синусовая аритмия с разницей между сердечными циклами от 0,31 до 0,60 секунд, встречается у 3,6 % спортсменов [24]. Причинами аритмии могут быть нарушение автоматизма или образования импульсов, нарушение проведения импульса и их сочетание [25-27].

Миграция водителя ритма. Может считаться нормой, и не требует дополнительного обследования, если не ведет к очень низкой ЧСС. В стандартных отведениях характеризуется изменением формы и направления зубца Р, а также величины интервала PQ.

Атриовентрикулярная блокада I степени. По данным зарубежных исследователей, от 10% до 33% спортсменов на ЭКГ имеют замедление АВ-проводимости, определяемое как АВ-блокада I степени (интервал PQ >0,20 с) [28]. Это характерно для спортсменов, тренирующих кардиореспираторную выносливость, причем длительность интервала PQ у женщин-спортсменок меньше, чем у мужчин. Все вышеперечисленные изменения АВ-проводимости чаще всего носят функциональный характер и обусловлены гипертрофией миокарда желудочков, а также высоким тонусом блуждающего нерва [29, 30].

Изменения внутрижелудочковой проводимости. Из нарушений внутрижелудочковой проводимости для спортсменов характерно замедление проведения импульсов по правой ножке пучка Гиса. Подобное нарушение проводимости чаще всего трактуется, как неполная блокада правой ножки пучка Гиса, которая является наиболее часто регистрируемым у легкоатлетов явлением, указывающим

на замедление внутрижелудочковой проводимости [31] примерно у 50% спортсменов [32]. Предполагается, что замедление внутрижелудочковой проводимости вызвано увеличением размера желудочков и массы миокарда [33].

Физиологическая гипертрофия желудочков характеризуется увеличением абсолютной толщины стенок и объемом полостей чаще левого желудочка [34, 35] и присутствует примерно у 45% спортсменов-мужчин и 10% женщин. Чаще всего гипертрофия желудочков у тренированных спортсменов проявляется в виде повышения амплитуды комплекса QRS [22], а также увеличения амплитуды зубца R в левых грудных отведениях и зубца S в правых отведениях, смещение электрической оси сердца влево [36]. Комплекс QRS у спортсменов характеризуется меньшей длительностью (108 мсек), чем у мужчин-атлетов (120 мсек).

Изменения реполяризации. Синдром ранней реполяризации желудочков проявляется элевацией точки J и сегмента ST, встречается у спортсменов с высокой частотой сердечных сокращений [37] примерно в 50% случаев. Изменения реполяризации желудочков встречаются реже и являются у женщин менее выраженными, чем у мужчин [22, 38].

Изменения сегмента ST и зубца T. Нередко в спорте встречаются изменения конечной части желудочкового комплекса, не укладывающиеся в традиционные описания. Имеются в виду изменения, не являющиеся маркерами миокардиодистрофии вследствие физического перенапряжения (стрессорной кардиомиопатии), гипертрофической кардиомиопатии, ишемии и других патологических состояний. К таким изменениям относят частые инверсии зубца T, а также элевацию сегмента S-T. Значительное повышение ST присутствовало у 63,2% атлетов [39,40].

Исходя из всего вышеизложенного, можно утверждать, что ЭКГ спортсменов характеризуется значительной полиморфностью, что зависит не только от длительности занятий спортом, особенностей тренировочного процесса, специфики вида спорта, но и определяется особенностями гормонального статуса атлета и требует дальнейших, более углубленных исследований в этой области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Унанов Т.А. Спорт и спортивная медицина / Т.А. Унанов // О.: АстроПринт. - 2003. - 226 с.
2. Anderson G.D. Sex and racial differences in pharmacological response. Where is the evidence?

- Pharmacogenetics, pharmacokinetics, and pharmacodynamics /G.D. Anderson//J Womens Health.—2005.—Vol. 14.—P.19–29
3. Корж В.П. Принципы коррекции морфофункциональных нарушений, возникающих в организме спортсмена при перенапряжении и/или "синдроме перетренированности" / В.П. Корж, И.Н. Башкин И. // Спортивная медицина. - 2007. - № 1. - С.90-99.
 4. Гаврилова Е.А. Спортивное сердце. Стрессорная кардиомиопатия / Е.А. Гаврилова // М.: Советский спорт. - 2007. - 22с.
 5. Дембо А.Г. Спортивная кардиология (руководство для врачей) / А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский // Л.: Медицина. — 1989. - 463 с.
 6. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский // М.: Сов. Спорт. - 2009. — 348 с.
 7. Cardiovascular evaluation, including resting and exercise electrocardiography, before participation in competitive sports: cross sectional study / [F. Sofi, A. Capalbo, N. Pucci et al.] // BMJ. — 2008. - №12. - 337-346.
 8. Normal electrocardiographic findings: recognising physiological adaptations in athletes / [J.A. Drezner, P. Fischbach, V. Froelicher et al] // Br. J. Sports Med. — 2013. - Vol. 47, №3. - P. 125-136.
 9. Ораджоникидзе З. Г. Особенности ЭКГ спортсмена / [З. Г. Ораджоникидзе, В. И. Павлов, А. Е. Дружинин, Ю. М. Иванова] // Функциональная диагностика. — 2005. — № 4. — С. 65–74.
 10. Giusti G. Physiological hypertrophy (the athlete's heart). Left Ventricular Hypertrophy / G. Giusti // Ed. by Desmond J. Sheridan. London, Churchill Livingstone. - 1998. - P. 165-170.
 11. Дембо А.Г. Спортивная кардиология (руководство для врачей) / А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский // Л.: Медицина. — 1989. - 463 с.
 12. Angiotensinogen gene polymorphism in Japanese patients with hypertrophic cardiomyopathy / A. Ishanov, H. Okamoto, K. Yoneya et al.// Am Heart J. — 1997. — Vol. 133, № 2. — P.184-189.
 13. Иванов Г. Г. Структурное и электрофизиологическое ремоделирование миокарда: определение понятия и применение в клинической практике / Г. Г. Иванов, И. В. Агеева, С. Бабаахмади // Функциональная диагностика. — 2003. — № 1. — С. 101–109.
 14. Перхуров А. М. Особенности функционального индекса ЭКГ в спорте / А.М. Перхуров // Мир современной науки.-2012. — Т.3. - С. 92-101.
 15. Бань А.С. Корреляции показателей вариабельности ритма сердца у спортсменов/А.С.Бань, Г.М.Загородный//ЛФК и массаж—2012-№6-С38-42
 16. Electrocardiographic interpretation in athletes: the «Seattle Criteria» / [J.A. Drezner, M.J. Ackerman, J. Anderson et al] // Br. J. Sports Med. — 2013. - Vol. 47, №3. — P. 122-124.
 17. Normal electrocardiographic findings: recognising physiological adaptations in athletes / [J. Drezner, P. Fischbach, V. Froelicher et al] // Br. J. Sports Med. — 2013. — Vol. 47, № 3. — P.125–136.
 18. Abnormal electrocardiographic findings in athletes: recognising changes suggestive of cardiomyopathy / [J. Drezner, E. Ashley, A. Baggish et al] // Br. J. Sports Med. — 2013. - Vol. 47, № 3. — P. 137-152.
 19. Abnormal electrocardiographic findings in athletes: recognising changes suggestive of primary electrical disease / [J.A. Drezner, M.J. Ackerman, B.C. Cannon et al] // Br. J. Sports Med. — 2013. - Vol. 47, № 3. — P. 153-167.
 20. Олейник С.А. Спортивная фармакология и диетология / С.А. Олейник, Л.М. Гунина // К.: Диалектика. — 2008. — 316 с.
 21. Interpretation of the electrocardiogram of young athletes / [A. Uberoi, R. Stein, M. Perez] // Circulation. — 2011. - Vol. 9, № 124. — P. 746-757.
 22. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З. Б. Белоцерковский // М.: Советский спорт. - 2005. - 348 с.
 23. Карпман В.А. Сердце и спорт: очерки спортивной кардиологии / В.А. Карпман, Г.К. Куколевский // М.: Медицина. - 1968. - 520 с.
 24. Chapman J. Profound sinus bradycardia in the athletic heart syndrome /J. Chapman // J. Sports Med. Phys. Fitness. - 1982.- Vol. 22. - P.45-48.
 25. Viitasalo M.T. Ambulatory electrocardiographic recordings in endurance athletes / M. Viitasalo, R. Kala, A. Eissalo // Br. Heart J. - 1982. - Vol. 47, № 3. — P. 213-220.
 26. Белоусов Ю.Б. Клиническая фармакология и фармакотерапия (Руководство для врачей) / Ю.Б. Белоусов, В.С. Моисеев, В.К. Лепахин // М.: Универсум. - 1993. — 243 с.
 27. Huston T., Puffer J., Rodney W.M. The athletic heart syndrome // N. Engl. J. Med. 1985. V. 313(1). p. 24-32.
 28. Foote C.B. The athlete's electrocardiogram: distinguishing normal from abnormal. Sudden Cardiac Death in the Athlete / C. Foote, G. Michaud // New York City, Futura. - 1998. - 115 p.
 29. Wenckebach second degree AV block in top-ranking athletes: an old problem revisited /

- [P. Zeppilli, R. Fenici, M. Sassasra et al] // Am. Heart J. - 1980. - Vol. 100, № 3. – P. 281-294.
30. Полянская О. Особенности изменений электрокардиограммы у спортсменов при занятии различными видами спорта / О. Полянская // Материалы 1 Всероссийского конгресса «Медицина для спорта», Москва. 2011.
31. The electrocardiogram in the athlete. Cardiovascular Evaluation of Athletes / [D. Knowland, B. Waller, W. Harvey, N. Newton] // J. Laennec. - 1993. – P. 43-59.
32. 12-lead ECG in the athlete: physiological versus pathological abnormalities. / [D Corrado, A Biffi, C Basso et al] // Br. J. Sports Med. – 2009. - Vol. 43. – P. 669-676.
33. Giusti G. Physiological hypertrophy (the athlete's heart) / G. Giusti // Ed. by Desmond J. Sheridan. London, Churchill Livingstone.-1998.– P. 165-170.
34. Иорданская Ф. А. Электрокардиограмма и уровень электролитов крови в мониторинге текущего функционального состояния спортсменов / [Ф.А. Иорданская, Н.К. Цепкова, О.Н. Ипатенко и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2006. - №4. – С. 55-58.
35. Мурашко В.В. Электрокардиография / В.В. Мурашко, С.В. Струтинский // МЕД-пресс. – 1998. – 313 с.
36. Цепкова Н.К. Характер изменения электрокардиограммы и уровень электролитов крови в мониторинге текущего функционального состояния спортсменов / [Н.К. Цепкова, О.Н. Ипатенко, Ф.А. Иорданская и др.] // Вестник спортивной науки. 2005. – Т. 6, №1 – С. 9-14.
37. Бутченко В.Л. Некоторые варианты синдрома преждевременной реполяризации миокарда желудочков сердца у спортсменов / В.Л. Бутченко // Врачебный контроль и восстановительное лечение спортсменов. М.: Медицина. - 1986. – С. 15-19.
38. Prevalence of abnormal electrocardiograms in a large, unselected population undergoing pre-participation cardiovascular screening / [A. Pelliccia, F. Culasso, F. Di Paolo et al]//Eur. Heart J.–2007.-Vol. 28, № 16.–P. 2006-2010.
39. The prevalence, distribution, and clinical outcomes of electrocardiographic repolarization patterns in male athletes of African/Afro-Caribbean origin / [M. Papadakis, F. Carre, G. Kervio et al] // Eur. Heart J. – 2011.- Vol. 32, № 18. – P. 2304-2013.

*Надійшла 21.11.2013 р.
Рецензент: проф. А.Д. Савенко*