

Ранние изменения электрокардиограммы у профессиональных футболистов предпубертального возраста

М. Здравкович¹, Б. Милованович¹, И. Неделкович²,
М. Кротин¹, И. Солдатович³, Т. Ацимович⁴,
Ж. Корацевич⁵, Д. Здравкович¹, С. Приич⁶,
В. Вукоманович⁶, С. Димкович¹, О. Маркович¹,
Б. Филипович¹, П. Стеванович¹, С. Мазич⁴

¹ Медицинский центр Университетской клиники
Бежанийска Коса, медицинский факультет,
Университет Белграда, Белград, Сербия

² Медицинский центр Сербии, кардиологическая клиника,
медицинский факультет, Университет Белграда,
Белград, Сербия

³ Институт медицинской статистики, медицинский
факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия

⁴ Институт Физиологии, медицинский факультет,
Университет Белграда, Белград, Сербия

⁵ Кардиологическая клиника, медицинский факультет,
Нишский университет, Ниш, Сербия

⁶ Институт здоровья матери и ребенка «Vukan Cupic»,
отделение кардиологии, медицинский факультет,
Университет Белграда, Белград, Сербия

Контактная информация:

Здравкович Мария, MD, PhD, старший
преподаватель, Медицинский центр Уни-
верситетской клиники Бежанийска Коса,
медицинский факультет, Университет
Белграда, Бежанийска Коса, Белград,
Сербия, 11080.

Тел.: +381652270301.

Факс: +381112606520.

E-mail: sekcija.kardioloska@gmail.com

*Статья поступила в редакцию
16.02.14 и принята к печати 11.04.15.*

Резюме

Цель исследования — оценить ранние изменения электрокардиограммы (ЭКГ), возникшие на фоне физических нагрузок, у профессиональных футболистов предпубертального возраста. **Материалы и методы.** В исследование было включено 94 мальчика (средний возраст — $12,85 \pm 0,84$ года), профессионально занимающихся футболом в составе Сербской футбольной Лиги (не менее 7 часов тренировок в неделю), и 47 не занимающихся профессиональным спортом здоровых мальчиков того же возраста. Всем в качестве скринингового обследования были проведены регистрация ЭКГ и эхокардиографическое исследование в кардиологических центрах третьей ступени. Здоровые дети из контрольной группы вели малоподвижный образ жизни (менее 2 часов тренировок в неделю). Проведено сравнение общепринятых ЭКГ-показателей — интервалов и вольтажных характеристик, и определены референсные значения у профессиональных футболистов предпубертального возраста. **Результаты.** Между детьми, профессионально занимающимися футболом и ведущими малоподвижный образ жизни, выявлены существенные различия по всем оцениваемым показателям ЭКГ: по амплитуде зубца Р ($p < 0,001$), амплитуде зубца S (в отведении V1 или V2) ($p < 0,001$), амплитуде зубца R (в отведении V5 и V6) ($p < 0,001$), алгебраической сумме зубцов S1,2 + V5,6 ($p < 0,001$), амплитуде зубца T ($p < 0,001$), длительности комплекса QRS ($p < 0,001$), длительности зубца T ($p < 0,001$), длительности интервала QTc ($p < 0,001$) и отношению зубцов R/T ($p < 0,001$). Различий в длительности интервала PQ между группами выявлено не было ($p > 0,05$). Длительность интервала QTc у спортсменов положительно коррелировала с размером левого предсердия, с конечно-систолическим и конечно-диастолическим размерами левого желудочка (ЛЖ), индексом массы миокарда

(ММ) ЛЖ, индексами ММЛЖ/ППТ (площадь поверхности тела)^{1,5} и ММЛЖ/рост^{2,7}, хотя связь не была очень сильной. Длительность интервала QTc не коррелировала с ММЛЖ и толщиной стенки ЛЖ. **Выводы.** Изменения показателей ЭКГ отмечаются у спортсменов на очень ранних стадиях ремоделирования. Удлинение QTc может рассматриваться как ранний предиктор физиологического ремоделирования ЛЖ у профессиональных футболистов предподросткового возраста.

Ключевые слова: спортсмены, кардиология, электрокардиография, сердце, футболисты, детский возраст.

Для цитирования: Здравкович М., Милованович Б., Неделкович И., Кротин М., Солдатович И., Ацимович Т. и др. Ранние изменения электрокардиограммы у профессиональных футболистов предподросткового возраста. Артериальная гипертензия. 2015;21(1):32–39.

Early electrocardiogram changes in highly trained preadolescent football players

M. Zdravkovic¹, B. Milovanovic¹, I. Nedeljkovic²,
M. Krotin¹, I. Soldatovic³, T. Acimovic⁴,
G. Koracevic⁵, D. Zdravkovic¹, S. Prijic⁶,
V. Vukomanovic⁶, S. Dimkovic¹, O. Markovic¹,
B. Filipovic¹, P. Stevanovic¹, S. Mazic⁴

¹ University Hospital Medical Center Bezanijska Kosa,
Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia

² Clinical Center of Serbia, Clinic of Cardiology,
Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia

³ Institute for Medical Statistics, Faculty of Medicine,
University of Belgrad, Belgrad, Serbia

⁴ Institute for Physiology, Faculty of Medicine,
University of Belgrad, Belgrad, Serbia

⁵ Clinic for Cardiology, Faculty of Medicine, University of Nis,
Nis, Serbia

⁶ Institute for Child and Mother Care «Vukan Cupic»,
Dept. of Cardiology, Faculty of Medicine, University of Belgrad,
Belgrad, Serbia

Corresponding author:

Marija Zdravkovic, MD, PhD, Assistant
Professor Dr6 FESC, FESH University
Hospital Medical Center Bezanijska
Kosa, Faculty of Medicine, University of
Belgrad, Bezanijska Kosa bb, Belgrade,
11080 Serbia.

Phone: +381652270301.

Fax: +381112606520.

E-mail: sekcija.kardioloska@gmail.com

Received 16 February 2014;
accepted 11 April 2014.

Abstract

Objective. To assess the early electrocardiogram (ECG) changes induced by physical training in preadolescent professional football players. **Design and methods.** Ninety-four highly trained male football players (mean age — $12,85 \pm 0,84$ years) competing in the Serbian Football League (at least 7 training hours/week) and 47 age-matched healthy male controls were enrolled in the study. They were screened by ECG and echocardiography at a tertiary referral cardiocentre. The control group had sedentary life style (less than 2 training hours/week). Characteristic ECG intervals and ECG voltage were compared and reference range was given for preadolescent footballers. **Results.** Highly significant differences between preadolescent athletes and sedentary controls were registered in all ECG parameters: P wave voltage ($p < 0,001$), S wave (V1 or V2 lead) voltage ($p < 0,001$), R wave (V5 and V6 lead) voltage ($p < 0,001$), ECD sum of the S1,2 + V5,6 ($p < 0,001$), T wave voltage ($p < 0,001$), QRS complex duration ($p < 0,001$), T wave duration ($p < 0,001$), QTc interval duration ($p < 0,001$) and R/T ratio ($p < 0,001$). No differences were registered in PQ interval duration between these two groups ($p > 0,05$). QTc interval duration in athletes was not very strongly, but indeed positively correlated with left atrium dilatation, left ventricular (LV) end-systolic and end-diastolic dimensions, LV myocardial index (LVMI), LVM/body surface area (BSA)^{1,5} and LVM/h^{2,7} indices. There was no correlation between QTc interval duration and LVM as well as LV wall thickness. **Conclusions.**

ECG changes are present in the early stage of athletes' heart remodeling. QTc prolongation could be the early ECG marker of physiological LV remodeling in young preadolescent footballers.

Key words: athletes, cardiology, electrocardiography, heart, footballers, preadolescence.

For citation: Zdravkovic M, Milovanovic B, Nedeljkovic I, Krotin M., Soldatovic I., Acimovic T. et al. Early electrocardiogram changes in highly trained preadolescent football players. Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension. 2015;21(1):32–39.

Введение

У спортсменов часто выявляются изменения электрокардиограммы (ЭКГ) и данных ультразвукового исследования сердца, обычно отражающие структурное и электрофизиологическое ремоделирование сердца в ответ на регулярные физические тренировки и гемодинамические сдвиги, изменяющие условия нагрузки на камеры сердца, что приводит к развитию так называемого синдрома «спортивного сердца» [1]. Однако уровень и длительность тренировок или соревнований, аэробная нагрузка и вид спорта являются значимыми факторами, влияющими на выраженность физиологических изменений, составляющих синдром «спортивного сердца» [2]. Именно отклонения, выявляемые на ЭКГ, являются основанием для диагностики наиболее значимых патологических состояний, ассоциированных с повышением риска внезапной сердечной смерти, таких как кардиомиопатии и первичные аритмии вследствие электрофизиологических нарушений. Интерпретация ЭКГ у спортсменов требует очень тщательного анализа для разделения физиологических изменений, связанных со «спортивным сердцем», и изменений, свидетельствующих о наличии патологии сердца [3]. При оценке ЭКГ спортсменов основной задачей является описание ЭКГ либо как (1) «нормальной», когда не требуется дальнейшего обследования, либо как (2) «патологической», что влечет за собой проведение углубленного обследования. Патологические изменения не связаны с регулярными тренировками и также обнаруживаются при заболеваниях сердца. Эти изменения включают в себя признаки, характерные для кардиомиопатий, такие как инверсия зубца Т, депрессия сегмента ST, патологический зубец Q, отклонение электрической оси сердца влево и нарушения проводимости, а также изменения, характерные для первичных аритмий вследствие электрофизиологических нарушений, таких как синдром удлиненного интервала QT и синдром Вольфа-Паркинсона-Уайта.

Вопросы патологических изменений ЭКГ у спортсменов рассматриваются в нескольких руководствах [4–6]; однако доказательная база о подобных изменениях у детей, занимающихся спортом, ограничена [7–9]. В нескольких исследованиях показано, что у профессиональных футболистов

предподросткового возраста наблюдается раннее ремоделирование левого желудочка (ЛЖ), однако данные о ранних изменениях ЭКГ не представлены [10–12]. В настоящем исследовании исходная гипотеза заключалась в следующем: между двумя группами детей — профессиональными футболистами предподросткового возраста и детьми контрольной группы, сопоставимыми по возрасту и ведущими малоподвижный образ жизни, существуют значимые различия по показателям ЭКГ, обусловленные синдромом «спортивного сердца». В качестве второй цели исследования мы проводили оценку взаимосвязи интервала QTc и показателей эхокардиографии (ЭхоКГ) у детей-футболистов. Наконец, путем решения третьей задачи мы планировали заполнить существующий пробел в отношении нормативных показателей ЭКГ у профессиональных футболистов предподросткового возраста.

Материалы и методы

Дизайн исследования

Была обследована группа, состоящая из 94 мальчиков-футболистов европеоидной расы, членов Национальной футбольной Высшей лиги, в возрасте 12–14 лет [средний возраст — 12,85 (0,84) года]. В контрольную группу были включены 47 здоровых детей того же возраста, ведущих малоподвижный образ жизни, без регулярных физических тренировок (продолжительность занятий спортом — не более 2 часов в неделю). Ни у одного из обследованных детей не было выявлено симптомов, характерных для сердечно-сосудистых заболеваний. Ни один из участников исследования не получал лекарственных препаратов. При объективном обследовании ни у одного из обследуемых не было выявлено патологических отклонений. У всех детей был нормальный уровень артериального давления, ни один ребенок не курил. Все спортсмены регулярно тренировались в течение предшествующих трех лет; обследование проводилось в период активного сезона. В среднем тренировки включали 9 часов занятий в неделю: 5 часов занятий футболом, 2 часа анаэробных динамичных тренировок, 1 час силовых тренировок и 1 час аэробных тренировок на выносливость. Размер выборки был определен из расчета мощности исследования более 80 % для выявления различий при уровне $p < 0,05$ [12].

Оценка ЭхоКГ-данных выполнялась одним и тем же кардиологом, обладающим достаточным опытом, при этом проводилось ослепление по группе участников. Все исследования выполняли с помощью ультразвукового аппарата «Acuson Sequoia» датчиком с частотой 3,5 МГц в соответствии с рекомендациями Американского общества по ЭхоКГ [10]. Все изображения были получены в парастернальных позициях по длинной и короткой осям, в левой латеральной позиции, а также в четырехкамерной позиции; анализ проводился после выполнения регистрации и сохранения изображений. В парастернальной позиции по длинной оси оценивали следующие параметры: размеры левого предсердия (ЛП), корня аорты (АоК), конечно-диастолический размер (КДР) ЛЖ, конечно-систолический размер (КСР) ЛЖ, толщину задней стенки (ЗСд) ЛЖ в диастолу, толщину межжелудочковой перегородки в диастолу (МЖПд). Измерения проводили в 3 последовательных сердечных циклах с параллельной регистрацией ЭКГ с вычислением средних значений. Фракцию выброса (ФВ) ЛЖ оценивали по методу Симпсона. Массу миокарда (ММ) ЛЖ рассчитывали по формуле Devereux с соавторами [13]:

$$\text{ММЛЖ} = 1,04 \times [(\text{КДР ЛЖ} + \text{ЗСд} + \text{МЖПд}) \times 3 - \text{КДРЛЖ} \times 3] - 13,6 \text{ г.}$$

Индекс ММЛЖ рассчитывали стандартным методом по отношению ММЛЖ к площади поверхности тела (ППТ) [13].

Все клапаны сердца оценивали стандартным методом с целью исключения значимой патологии. Оценку степени регургитации проводили в соответствии с рекомендациями Американского общества по ЭхоКГ [9].

Так как общеизвестной является зависимость ММЛЖ от размеров тела и типа конституции, при сравнении различных групп следует проводить нормализацию размеров ЛЖ в соответствии с размером тела. У детей и подростков увеличение размеров сердца прямо пропорционально росту, поэтому для сравнения размеров сердца ММЛЖ индексировалась к ППТ^{1,5} и росту^{2,7} [14].

Регистрацию стандартной 12-канальной ЭКГ проводили с помощью аппарата «Nihon Cohden» со скоростью записи 25 мм/с и усилением 0,1 мВ/мм. Продолжительность интервала QT оценивали во всех отведениях от начала комплекса QRS до конца зубца Т, определяемого как точка пересечения изоэлектрической линии и касательной к наивысшей точке нисходящего колена зубца Т [15]. Значения QTc были рассчитаны по формуле Базетта, которую широко использовали во всех крупномасштабных исследованиях с участием пациентов с синдромом

удлиненного интервала QT [16]. Метод Базетта широко применяется в исследованиях по оценке интервала QTc и заключается в расчете отношения некорректированного интервала QT (в секундах) к квадратному корню из интервала RR (в секундах). Ограничением данного метода является гиперкоррекция при высокой частоте сердечных сокращений (более короткие интервалы RR) и недооценка значений при низкой частоте сердечных сокращений (более продолжительные интервалы RR).

Анализ всех записей ЭКГ с помощью миллиметровой линейки и циркуля проводился независимо двумя кардиологами с клиническим и научным опытом оценки ЭКГ, ослепленными в отношении всех клинических характеристик обследуемых [17].

Статистический анализ

Количественные переменные представлены в виде среднего и стандартного отклонения (SD) с указанием 5-го и 95-го процентилей с целью облегчения сравнений с данными контрольной группы. При статистической обработке данных и сравнения групп применяли непарный t-критерий. Различия считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Основные характеристики футболистов представлены в таблице 1.

Профессиональные футболисты предпубертального возраста и дети из контрольной группы были сопоставимы по росту, однако у первых отмечены значительно меньшие показатели веса и ППТ. У спортсменов частота сердечных сокращений была существенно ниже, чем у детей в контрольной группе. Показатели систолического артериального давления были сопоставимы в обеих группах, однако уровень диастолического артериального давления был выше у спортсменов, хотя и не превышал нормальных значений.

В таблице 2 представлены результаты сравнительного анализа данных ЭКГ у 94 детей-футболистов и 47 детей, не занимающихся спортом и сопоставимых по возрасту (среднее и SD).

Между группами были выявлены существенные различия по всем показателям ЭКГ: вольтажу зубца Р ($p < 0,001$), вольтажу зубца S (в отведении V1 или V2) ($p < 0,001$), вольтажу зубца R (в отведениях V5 и V6) ($p < 0,001$), алгебраической сумме зубцов S1,2 + V5,6 ($p < 0,001$), вольтажу зубца Т ($p < 0,001$), продолжительности комплекса QRS ($p < 0,001$), продолжительности зубца Т ($p < 0,001$), продолжительности интервала QTc ($p < 0,001$) и отношению R/T ($p < 0,001$). В группах не было выявлено различий по продолжительности интервала PQ ($p > 0,05$).

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУТБОЛИСТОВ (СРЕДНЕЕ И СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ)

	Дети-футболисты	Дети контрольной группы	Р
Возраст (годы)	12,85 (0,84)	12,85 (0,86)	НЗ
Рост (см)	159,36 (10,65)	162,71 (13,09)	НЗ
Вес (кг)	48,27 (10,62)	58,28 (13,07)	< 0,001
ППТ (м ²)	1,45 (0,20)	1,61 (0,24)	< 0,001
ИМТ (кг/м ²)	18,75 (1,92)	21,59 (1,86)	< 0,001
ЧСС (уд/мин)	83,49 (14,50)	88,8 (5,19)	< 0,001
САД (мм рт. ст.)	109,95 (8,08)	108,19 (6,71)	НЗ
ДАД (мм рт. ст.)	65,74 (7,89)	60,75 (5,80)	< 0,001

Примечание: ППТ — площадь поверхности тела; ИМТ — индекс массы тела; ЧСС — частота сердечных сокращений; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ** — $p < 0,001$ по сравнению с контрольной группой; НЗ — нет значимых различий.

Таблица 2

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ
У 94 ДЕТЕЙ-ФУТБОЛИСТОВ И 47 ДЕТЕЙ, СОПОСТАВИМЫХ ПО ВОЗРАСТУ
И НЕ ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ (СРЕДНЕЕ И SD)**

	Дети-футболисты	Дети контрольной группы	Т	Р
Частота сердечных сокращений (уд/мин)	72,22 (5,18)	90,00 (5,23)	-19,14	< 0,001**
Вольтаж зубца Р	1,96 (0,16)	1,34 (0,46)	11,81	< 0,001**
Вольтаж зубца S (в отведении V1 или V2)	12,11 (2,61)	10,66 (2,09)	3,307	< 0,001**
Вольтаж зубца R (в отведении R5 или R6)	17,21 (2,35)	15,28 (2,24)	4,687	< 0,001**
S 1,2 + V 5,6	29,42 (3,91)	24,89 (3,59)	5,189	< 0,001**
Вольтаж зубца Т	8,10 (2,33)	4,15 (1,00)	11,107	< 0,001**
Длительность интервала PQ	174,02 (3,57)	162,84 (1,56)	-2,064	< 0,05
Длительность комплекса QRS	82,44 (1,30)	76,01 (0,71)	3,186	< 0,001**
Длительность зубца Т	173,82 (2,03)	205,14 (2,62)	-7,802	< 0,001**
Длительность интервала QTc	419,89 (13,07)	399,78 (13,27)	8,566	< 0,001**
R/T	2,29 (0,72)	3,89 (1,06)	-10,500	< 0,001**

Примечание: ** — $p < 0,001$ по сравнению с контрольной группой.

Таблица 3

**РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ
У ДЕТЕЙ-ФУТБОЛИСТОВ**

Показатели электрокардиограммы	Референсные значения	
	Дети-футболисты	Дети контрольной группы
Частота сердечных сокращений (уд/мин)	65–82	82–99
Вольтаж зубца Р (мВ)	1,5–2,0	0,5–2,0
Вольтаж зубца S (в отведении V1 или V2) (мВ)	8,0–16,25	8,0–14,0
Вольтаж зубца R (в отведении R5 или R6) (мВ)	14,0–22,0	11,0–19,0
Индекс Соколова-Лайона (мВ)	24,0–36,25	19,4–32,0
Вольтаж зубца Т (мВ)	5,0–12,0	3,0–6,0
Длительность интервала PQ (мсек)	140–220	120–200
Длительность комплекса QRS (мсек)	60–110	60–80
Длительность зубца Т (мсек)	160–220	160–240
Длительность интервала QTc (мсек)	397,5–440,0	380,0–420,0
R/T	1,42–3,62	2,08–5,67

У всех участников зарегистрированы нормальные показатели интервала QTc (табл. 3). Средняя величина интервала QTc в покое у спортсменов оказалась существенно выше ($419,89 \pm 13,07$ мсек) по сравнению со средним значением QTc в контрольной группе детей с малоподвижным образом жизни ($399,78 \pm 13,27$ мсек, $p < 0,001$). Средние значения интервала QTc со стандартным отклонением у футболистов и детей контрольной группы, а также взаимосвязь этих параметров с показателями ЭхоКГ исследования представлены в таблице 4.

Выявлена положительная взаимосвязь средней силы между продолжительностью QTc интервала и размером ЛП, КДР ЛЖ и конечно-диастолического диаметра (КДД) ЛЖ, индексами ММЛЖ ММЛЖ/ППТ^{1,5} и ММЛЖ/рост^{2,7}. Между интервалом QTc и ММЛЖ, а также толщиной стенок ЛЖ связей выявлено не было.

В соответствии с полученными нами данными все показатели ЭКГ у профессиональных футболистов предпубертального возраста существенно отличаются от параметров детей в контрольной группе, сопоставимых по возрасту. При этом ни в одной из групп не было выявлено явно патологических изменений ЭКГ. Частота сердечных сокращений в обследуемой группе спортсменов была выше, по сравнению с данными ранее опубликованных работ, что было ожидаемо с учетом уникальной возрастной группы обследованных нами детей.

У взрослых спортсменов нормальная ЭКГ характеризуется рядом общеизвестных особенностей, связанных с регулярными физическими трени-

ровками, которые включают высокую амплитуду QRS комплексов, соответствующую вольтажным критериям диагностики гипертрофии ЛЖ, синдром ранней реполяризации, синусовую брадикардию и атриовентрикулярную блокаду 1-й степени [9, 18, 19]. В нашей группе обследованных ни один из перечисленных признаков выявлен не был. Причиной этого является молодой возраст обследованных нами футболистов.

Удлинение интервала QTc у спортсменов было выявлено в большом числе исследований [20–22]; и во всех работах диагностированная гипертрофия ЛЖ с увеличением толщины стенок ЛЖ рассматривалась как причина удлинения скорректированного интервала QT. В то же время увеличение толщины стенок ЛЖ редко встречается в детском возрасте, и удлинение интервала QTc не столь ожидаемо [24, 25].

Однако, хотя в нашем исследовании не было выявлено корреляции между длительностью интервала QTc и толщиной стенок ЛЖ, возможным объяснением может служить обнаруженная взаимосвязь между ИММЛЖ и удлинением интервала QTc [26, 27]. Более того, удлинение интервала QTc может являться ранним маркером физиологического ремоделирования ЛЖ у профессиональных футболистов предпубертального возраста в отсутствие других общеизвестных признаков гипертрофии ЛЖ, выявляемых по данным ЭКГ и ЭхоКГ исследования. Возможным объяснением может служить различный тип ремоделирования ЛЖ в детском возрасте, когда не выявляется увеличение толщины стенок

Таблица 4

**ЗНАЧЕНИЕ ИНТЕРВАЛА QTc И ЕГО ВЗАИМОСВЯЗЬ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ
ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ У ДЕТЕЙ-ФУТБОЛИСТОВ И ДЕТЕЙ,
НЕ ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ**

	Дети-футболисты	Дети контрольной группы	P	Корреляции с QTc	§
Ао (мм на ППТ ^{0,5})	21,87 (2,08)	15,65 (1,36)	< 0,01	0,478	< 0,05
ЛП (мм на ППТ ^{0,5})	23,18 (2,07)	20,15 (2,87)	< 0,01	0,221	< 0,01
КДР ЛЖ (мм на ППТ ^{0,5})	38,72 (2,53)	35,68 (2,54)	< 0,01	0,351	< 0,01
КСР ЛЖ (мм на ППТ ^{0,5})	25,83 (2,58)	20,75 (2,30)	< 0,01	0,374	< 0,01
МЖПд (мм на ППТ ^{0,5})	7,08 (0,70)	6,53 (0,81)	НЗ	0,089	НЗ
ЗСд (мм на ППТ ^{0,5})	6,82 (0,73)	6,46 (0,80)	НЗ	–0,045	НЗ
ММЛЖ (г)	160,14 (33,14)	149,59 (34,01)	НЗ	0,096	НЗ
Индекс ММЛЖ (г на ППТ)	109,79 (15,04)	92,84 (18,29)	< 0,01	0,235	< 0,01
ММЛЖ/ППТ ^{1,5} (г на ППТ ^{1,5})	91,55 (13,86)	73,73 (16,54)	< 0,01	0,339	< 0,01
ММЛЖ/рост ^{2,7} (г на рост ^{2,7})	45,78 (9,47)	40,65 (9,29)	< 0,01	0,298	< 0,01
QTc (мсек)	419,89 (13,27)	399,78 (13,07)	< 0,01		< 0,01

Примечание: § — $p < 0,01$ значимость корреляции между показателем эхокардиографического исследования и длительностью интервала QTc; Ао — диаметр корня аорты; ППТ — площадь поверхности тела; ЛП — левое предсердие; КДР — конечно-диастолический размер; ЛЖ — левый желудочек; КСР — конечно-систолический размер; МЖПд — толщина межжелудочковой перегородки в диастолу; ЗСд — толщина задней стенки в диастолу; ММ — масса миокарда; * — $p < 0,01$ по сравнению с контрольной группой; НЗ — нет значимых различий.

ЛЖ, а преобладает дилатация ЛЖ. С нашей точки зрения, удлинение интервала QTc у спортсменов связано с ранним ремоделированием сердца и может быть обнаружено даже после непродолжительного периода регулярных тренировок. Тем не менее необходимо определение нормальных (референсных) значений интервала QTc у профессиональных футболистов предпубертального возраста [28, 29].

Ограничением настоящего исследования является выбор популяции детей сербского происхождения европеоидной расы, в то время как могут существовать различия по сравнению с представителями других рас [28, 30]. Хотя необходимо проведение дальнейших исследований в этой области, мы полагаем, что у лиц, занимающихся различными видами спорта, будут наблюдаться сходные изменения [25, 29].

Выводы

В заключение, в проведенном исследовании выявлены существенные различия показателей ЭКГ между профессиональными футболистами предпубертального возраста и детьми того же возраста, ведущими малоподвижный образ жизни. Удлинение интервала QTc у профессиональных футболистов предпубертального возраста, по сравнению с детьми, ведущими малоподвижный образ жизни, коррелирует с ИММЛЖ, хотя длительность интервала QTc соответствует нормальным значениям. Удлинение интервала QTc может быть ранним ЭКГ маркером физиологического ремоделирования ЛЖ у профессиональных футболистов предпубертального возраста в отсутствие других признаков гипертрофии ЛЖ, выявляемых по данным ЭКГ и ЭхоЭКГ.

Благодарности / Acknowledgment

Результаты представленной работы являются частью диссертационного исследования доктора Marija Zdravkovic и проекта Министерства по Науке Республики Сербия III 41022. Данное исследование и подготовка рукописи выполнены без поддержки грантов, финансовой или технической поддержки из других внешних источников. / The results of the paper are the part of PhD thesis of Dr. Marija Zdravkovic and the project of the Ministry of Science of Republic of Serbia III 41022. There were no grants, no external financial or technical support or other assistance during the evaluation of the paper.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Baggish AL, Wood MJ. Athlete's heart and cardiovascular care of the athlete: scientific and clinical update. *Circulation*. 2011;123(23):2723–2735.
2. Asif IM, Drezner JA. Detecting occult cardiac disease in athletes: history that makes a difference. *Br J Sports Med*. 2013;47(11):669.
3. Williams ES, Owens DS, Drezner JA, Prutkin JM. Electrocardiogram interpretation in the athlete. *Herzschrittmacher ther Elektrophysiol*. 2012;23(2):65–71.
4. Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H et al. Section of sports cardiology, European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. Section of Sports Cardiology, European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur Heart J*. 2010;31(2):243–259.
5. Lang RM, Bierig M, Devereux RB et al. Chamber Quantification Writing Group; American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee; European Association of Echocardiography. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr*. 2005;18(12):1440–1463.
6. Langdeau JB, Blier L, Turcotte H et al. Electrocardiographic findings in athletes: the prevalence of left ventricular hypertrophy and conduction defects. *Can J Cardiol*. 2001;17(6):655–659.
7. Макаров Л. М. Внезапная смерть у спортсменов молодого возраста. *Кардиология*. 2010;50(2):78–83. [Makarov LM. Sudden death in young athletes. *Cardiology = Kardiologiya*. 2010;50(2):78–83. In Russian].
8. Drezner JA, Ackerman MJ, Cannon BC et al. Abnormal electrocardiographic findings in athletes: recognising changes suggestive of primary electrical disease. *Br J Sports Med*. 2013;47(3):153–167.
9. Walker J, Calkins H, Nazarian S. Evaluation of cardiac arrhythmia among athletes. *Am J Med*. 2010;123(12):1075–1081.
10. Zdravkovic M, Perunicic J, Krotin M et al. Echocardiographic study of early left ventricular remodeling in highly trained preadolescent footballers. *J Sci Med Sport*. 2010;13(6):602–606.
11. Drezner JA, Fischbach P, Froelicher V et al. Normal electrocardiographic findings: recognising physiological adaptations in athletes. *Br J Sports Med*. 2013;47(3):125–136.
12. Pelliccia A, Maron BJ, Spataro A et al. The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. *N Engl J Med*. 1991;324(5):295–301.
13. Devereux RB, Reichek N. Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. *Circulation*. 1977;55(4):613–618.
14. De Simone G, Daniels SR, Devereux RB. Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assessment of allometric relations and impact of overweight. *J Am Coll Cardiol*. 1992;20(5):1251–1260.
15. Rautaharju PM, Surawicz B, Gettes LS et al. American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; American College of Cardiology Foundation; Heart Rhythm Society American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; American College of Cardiology Foundation; Heart Rhythm Society. AHA/ACCF/HRS recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part IV: the ST segment, T and U waves, and the QT interval: a scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society. Endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53(11):982–991.

16. Napolitano C, Bloise R, Priori SG. Long QT syndrome and short QT syndrome: how to make correct diagnosis and what about eligibility for sports activity. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2006;7(4):250–256.

17. Maron BJ, Chaitman BR, Ackerman MJ et al. Working Groups of the American Heart Association Committee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; Councils on Clinical Cardiology and Cardiovascular Disease in the Young. Recommendations for physical activity and recreational sports participation for young patients with genetic cardiovascular diseases. *Circulation*. 2004;109(22):2807–2816.

18. Tanguturi VK, Noseworthy PA, Newton-Cheh C et al. The electrocardiographic early repolarization pattern in athletes: normal variant or sudden death risk factor? *Sports Med*. 2012;42(5):359–366.

19. Corrado D, Biffi A, Basso C et al. 12-lead ECG in the athlete: physiological versus pathological abnormalities. *Br J Sports Med*. 2009;43(9):669–676.

20. Toufan M, Kazemi B, Akbarzadeh F, Ataei A, Khalili M. Assessment of electrocardiography, echocardiography, and heart rate variability in dynamic and static type athletes. *Int J Gen Med*. 2012;5:655–660.

21. Basavarajiah S, Wilson M, Whyte G et al. Prevalence of hypertrophic cardiomyopathy in highly trained athletes: relevance to pre-participation screening. *J Am Coll Cardiol*. 2008;51(10):1033–1039.

22. La Gerche A, Macisaac AI, Prior DL. Should pre-participation cardiovascular screening for competitive athletes be introduced in Australia? A timely debate in a sport-loving nation. *Heart Lung Circ*. 2011;20(10):629–633.

23. Patel DR, Luckstead EF. Update on cardiovascular screening: can we prevent sudden cardiac death in adolescent athletes? *Adolesc Med State Art Rev*. 2013;24(1):225–241.

24. Zaidi A, Ghani S, Sharma R et al. Physiological right ventricular adaptation in elite athletes of African and Afro-Caribbean origin. *Circulation*. 2013;127(17):1783–1792.

25. Palatini P, Maraglino G, Mos L et al. Effect of endurance training on Q-T interval and cardiac electrical stability in boys aged 10 to 14. Ventricular arrhythmias in trained boys. *Cardiology*. 1987;74(5):400–407.

26. Stolt A, Kujala UM, Karjalainen J, Vitasalo M. Electrocardiographic findings in female endurance athletes. *Clin J Sport Med*. 1997;7(2):85–89.

27. Sharma S, Whyte G, Elliott P et al. Electrocardiographic changes in 1000 highly trained junior elite athletes. *Br J Sports Med*. 1999;33(5):319–314.

28. Sheikh N, Papadakis M, Carre F et al. Cardiac adaptation to exercise in adolescent athletes of African ethnicity: an emergent elite athletic population. *Br J Sports Med*. 2013;47(9):585–592.

29. Chandra N, Papadakis M, Sharma S. Cardiac adaptation in athletes of black ethnicity: differentiating pathology from physiology. *Heart*. 2012;98(16):1194–1200.

Информация об авторах:

Здравкович Мария — профессор кардиологии, доцент, Медицинский центр Университетской клиники Бежанийска Коса, медицинский факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия;

Милованович Бранислав — доцент, Медицинский центр Университетской клиники Бежанийска Коса, медицинский факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия;

Неделкович Ивана — доктор медицины, врач, Медицинский центр Сербии, кардиологическая клиника, медицинский факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия;

Кротин Мирьяна — профессор кардиологии, Медицинский центр Университетской клиники Бежанийска Коса, медицинский факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия;

Солдатович Иван — доцент, Институт медицинской статистики, медицинский факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия;

Ацимович Тийяна — врач, Институт Физиологии, медицинский факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия;

Корачевич Горан — профессор, Кардиологическая клиника, медицинский факультет, Нишский университет, Ниш, Сербия;

Здравкович Дарко — доцент, Медицинский центр Университетской клиники Бежанийска Коса, медицинский факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия;

Приич Сергей — педиатр, доцент, Институт здоровья матери и ребенка «Vukan Cupic», отделение кардиологии, медицинский факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия;

Вукоманович Владимир — профессор кардиологии, Институт здоровья матери и ребенка «Vukan Cupic», отделение кардиологии, медицинский факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия;

Димкович Синиса — профессор кардиологии, Медицинский центр Университетской клиники Бежанийска Коса, медицинский факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия;

Маркович Оливера — доцент, Медицинский центр Университетской клиники Бежанийска Коса, медицинский факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия;

Филипович Бранка — доцент, Медицинский центр Университетской клиники Бежанийска Коса, медицинский факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия;

Стеванович Предраг — профессор анестезиологии, Медицинский центр Университетской клиники Бежанийска Коса, медицинский факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия;

Мазич Санья — профессор физиологии, Институт Физиологии, медицинский факультет, Университет Белграда, Белград, Сербия.

Author information:

Marija Zdravkovic, MD, PhD, Associate Professor Dr, Full Professor in Cardiology, University Hospital Medical Center Bezanijska Kosa, Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia;

Branislav Milovanovic, MD, PhD, Associate Professor in Cardiology, University Hospital Medical Center Bezanijska Kosa, Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia;

Ivana Nedeljkovic, MD, PhD, Clinical Center of Serbia, Clinic of Cardiology, Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia;

Mirjana Krotin, MD, PhD, Full Professor in Cardiology, University Hospital Medical Center Bezanijska Kosa, Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia;

Ivan Soldatovic, PhD, Assistant Professor in Medical Statistics, Institute for Medical Statistics, Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia;

Tijana Acimovic, MD, Clinical Doctor, Institute for Physiology, Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia;

Goran Koracevic, MD, PhD, Full Professor in Cardiology, Clinic for Cardiology, Faculty of Medicine, University of Nis, Nis, Serbia;

Darcko Zdravkovic, MD, PhD, Assistant Professor in Cardiology, University Hospital Medical Center Bezanijska Kosa, Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia;

Sergej Prijic, MD, PhD, Assistant Professor in Pediatrics, University Hospital Medical Center Bezanijska Kosa, Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia;

Vladimir Vukomanovic, MD, PhD, Full Professor in Cardiology, Institute for Child and Mother Care «Vukan Cupic», Department of Cardiology, Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia;

Sinisa Dimkovic, MD, PhD, Full Professor in Cardiology, University Hospital Medical Center Bezanijska Kosa, Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia;

Olivera Markovic, MD, PhD, Assistant Professor in Internal Medicine, University Hospital Medical Center Bezanijska Kosa, Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia;

Branka Filipovic, MD, PhD, Assistant Professor in Internal Medicine, University Hospital Medical Center Bezanijska Kosa, Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia;

Predrag Stevanovic, MD, PhD, Full Professor in Anesthesiology, University Hospital Medical Center Bezanijska Kosa, Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia;

Sanja Mazic, MD, PhD, Full Professor in Physiology, Institute for Physiology, Faculty of Medicine, University of Belgrad, Belgrad, Serbia.

Оригинал статьи доступен в электронном виде на сайте журнала www.journal.ahleague.ru

Перевод выполнен к.м.н. Л. С. Коростовцевой, к.м.н. А. В. Козленком.