

**Выводы:** таким образом, выполнение математического моделирования позволяет проанализировать эффективность функционирования шунта при различных его модификациях, спрогнозировать отдаленные результаты в зависимости от индивидуальных данных пациента и снизить послеоперационную смертность пациентов данной группы. В перспективе математическое моделирование может помочь хирургу в выборе локализации и размера шунта ещё на этапе планирования операции.

**Список литературы:**

1. Бокерия Л.А., Подзолков В.П. Проблема врожденных пороков сердца: современное состояние и перспективы решения // Российские медицинские вести. – 2001. – №3. – С. 70-72.
2. Чепурных Елена Евгеньевна, Григорьев Евгений Георгиевич Врожденные пороки сердца // Сиб. мед. журн. (Иркутск). 2014. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vrozhdennyye-poroki-serdtsa> (дата обращения: 19.02.2019).
3. Curzon CL, Milford-Beland S, Li JS, et al. Cardiac surgery in infants with low birth weight is associated with increased mortality: analysis of the Society Of Thoracic Surgeons Congenital Heart Database. J Thorac Cardiovasc Surg 2008; 135:546
4. Dirks V, Prêtre R, Knirsch W, et al. Modified Blalock Taussig shunt: a not-so-simple palliative procedure. Eur J Cardiothorac Surg 2013; 44: 1096-102
5. McKenzie ED, Khan MS, Samayoa AX, et al. The Blalock-Taussig shunt revisited: a contemporary experience. J Am Coll Surg. 2013;216(4): 699-704.

УДК 612.176.4

**Тимохина В.Э.<sup>1</sup>, Мехдиева К.Р.<sup>1</sup>, Захарова А.В.<sup>1</sup>, Бляхман Ф.А.<sup>1,2</sup>  
ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МИОКАРДА У  
АТЛЕТОВ С ДИСПЛАЗИЕЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ**

<sup>1</sup>Институт физической культуры, спорта и молодежной политики  
Уральский федеральный университет имени первого президента России  
Б.Н. Ельцина

<sup>2</sup>Отдел биомедицинской физики и инженерии, ЦНИЛ  
Уральский государственный медицинский университет,  
Екатеринбург, Российская Федерация

**Timokhina V.E.<sup>1</sup>, Mekhdieva K.R.<sup>1</sup>, Zakharova A.V.<sup>1</sup>, Blyakhman F.A.<sup>1,2</sup>  
PECULIARITIES OF ELECTRICAL ACTIVITY OF MYOCARDIUM IN  
ATHLETES WITH CONNECTIVE TISSUE DYSPLASIA**

<sup>1</sup>Institute of Physical Education, Sport and Youth Policy  
Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin

<sup>2</sup>Biomedical physics and engineering department  
Ural State Medical University  
Yekaterinburg, Russian Federation

E-mail: VarVarATIM@yandex.ru

**Аннотация.** Целью работы стало изучение особенностей электрического возбуждения миокарда у 35 юных и молодых атлетов с дисплазией соединительной ткани. Установлено, что дисплазия соединительной ткани ассоциируется с нарушением реполяризации миокарда и может быть потенциальным фактором риска внезапной смерти электрического генеза у юных и молодых атлетов.

**Annotation.** The aim of the work was to study the peculiarities of myocardial excitation electrophysiology in 35 young athletes with connective tissue dysplasia. It was found that connective tissue dysplasia is associated with disturbance of repolarization and may be considered as a potential risk factor of the sudden death in adolescent and young athletes.

**Ключевые слова:** молодые атлеты, дисплазия соединительной ткани, возбуждение миокарда, электрокардиография, внезапная смерть.

**Key words:** young athletes, connective tissue dysplasia, myocardial excitation, electrocardiography, sudden death.

### **Введение**

Актуальность исследования проблемы дисплазии соединительной ткани (ДСТ) продиктована рядом причин, включая неуклонный рост встречаемости ДСТ, широкий спектр и прогрессивный прирост количества фенотипических признаков и степени выраженности ДСТ в течение жизни, а также негативное влияние ДСТ на течение значительного количества патологий [1]. Особое внимание научное медицинское сообщество уделяет потенциальному вкладу ДСТ в патогенез внезапной сердечной смерти лиц молодого возраста во время занятий спортом [2]. В свою очередь установлено, что в подавляющем большинстве случаев внезапная сердечная смерть атлетов молодого возраста имеет аритмическую природу [5], поэтому необходимо углубленное исследование влияния ДСТ на электрофизиологические процессы в миокарде спортсменов.

**Цель исследования** – изучить особенности электрофизиологии миокарда у атлетов с дисплазией соединительной ткани.

### **Материалы и методы исследования**

В исследовании приняли участие 35 футболистов, включая 28 юношей и 7 девушек. Средний возраст атлетов  $15,75 \pm 3,10$  (14-21) лет, рост  $169,3 \pm 4,7$  (162-179) см, вес  $57,5 \pm 6,4$  (48-75) кг, ИМТ  $20,1 \pm 1,7$  (17,4-23,7). Стаж занятий спортом более 5 лет. Все участники или их представители дали письменное добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Согласно

данным ежегодного врачебного контроля на момент проведения тестирования все спортсмены были здоровы.

Для анализа электрофизиологических особенностей миокарда атлетов использовали 12-канальную электрокардиографию в покое, с помощью электрокардиографа CARDIOVIT AT-104 PC (Schiller, Швейцария) [3,4]. Оценивали параметры, характеризующие процесс реполяризации, в частности амплитуду сегмента ST и точки J, мм; а также длительность скорректированного интервала QT (при  $RR < 1000$  мс,  $QT_c = QT / \sqrt{RR}$ ; при  $RR > 1000$  мс,  $QT_c = QT / 3\sqrt{RR}$ , соответственно).

Фенотипические признаки ДСТ, а также степень их выраженности, регистрировались в соответствии со шкалой балльной оценки внешних признаков системного вовлечения соединительной ткани, представленной в Национальных рекомендациях по диагностике наследственных и многофакторных нарушений соединительной ткани у детей [1]. Также для обнаружения маркеров ДСТ использовали Гентские критерии (пересмотр 2010 года) [2].

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программ SPSS Statistics 23.0 и Microsoft Office Excel 2013. После оценки нормальности распределения были рассчитаны средние величины параметров и стандартное отклонение. Для поиска возможной связи между исследуемыми параметрами был использован корреляционный анализ с вычислением коэффициентов корреляции по Спирману. С целью уточнения характера взаимосвязи применяли одномерный однофакторный дисперсионный анализ сопоставления средних. При  $p < 0,05$  различия считали достоверными.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Согласно шкале балльной оценки внешних признаков системного вовлечения соединительной ткани, ДСТ была обнаружена у 88,6% ( $n = 31$ ) исследованных атлетов. Фенотипические маркеры ДСТ в соответствии с Гентскими критериями зарегистрированы у 62,9% ( $n = 22$ ) спортсменов.

У атлетов были зарегистрированы электрофизиологические особенности, в частности, неполная блокада правой ножки пучка Гиса (25,7%,  $n = 9$ ), синдром ранней реполяризации (65,7%,  $n = 23$ ), а также неспецифические изменения сегмента ST (91,4%,  $n = 32$ ). Важно отметить, что все обнаруженные находки являются нормой для спортсменов [3].

Для поиска потенциальной связи между степенью выраженности ДСТ и особенностями функции проводящей системы сердца был проведен корреляционный анализ, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты оценки корреляции между степенью выраженности ДСТ и параметрами электрической активности сердца

Параметр	Коэффициент корреляции
QTc, мм	0,513**
Сегмент ST во II отведении, мм	0,606**
Точка J во II отведении, мм	0,615**
Сегмент ST в III отведении, мм	0,496*
Точка J в III отведении, мм	0,514**
Точка J в V5 отведении, мм	0,505*

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$

Для изучения характера связи между ДСТ и особенностями электрического возбуждения миокарда у исследуемых атлетов был проведен одномерный однофакторный дисперсионный анализ сопоставления средних. В качестве фактора были выбраны баллы, отражающие степень выраженности ДСТ по шкале балльной оценки внешних признаков системного вовлечения соединительной ткани, а также по Гентским критериям. Зависимыми переменными стали параметры, характеризующие особенности реполяризации: длительность интервала QTc, амплитуды сегмента ST и точки J, отражающий нулевой потенциал при начале реполяризации миокарда, в различных отведениях (таблица 2) [2,3].

Таблица 2 – Результаты одномерного однофакторного дисперсионного анализа сопоставления средних

Зависимая переменная	Фактор	F	P
QTc, мс	ДСТ по шкале оценки системного вовлечения соединительной ткани	3,65	0,004
Синдром ранней реполяризации	ДСТ по Гентским критериям	2,62	0,04
Сегмент ST в I отведении, мм		4,16	0,01
Сегмент ST во II отведении, мм		4,53	0,02
Сегмент ST в III отведении, мм		4,02	0,03
Точка J в отведении V4, мм		3,21	0,005
Точка J в отведении V5, мм		4,27	0,02
Точка J в отведении V6, мм		3,61	0,03

Таким образом, установлено, что ДСТ может быть фактором, приводящим к преждевременному началу реполяризации, увеличению продолжительности электрической диастолы. В целом полученные данные указывают на возможную связь между степенью выраженности ДСТ и

нарушением процессов реполяризации миокарда у юных и молодых спортсменов. Результаты исследования позволяют говорить о вкладе ДСТ в формирование электрической неоднородности миокарда. Вместе с тем, для оценки роли ДСТ в патогенезе внезапной смерти при занятиях спортом молодых атлетов необходимо дальнейшее углубленное электрофизиологическое исследование сердца.

#### **Выводы:**

Дисплазия соединительной ткани у спортсменов молодого возраста модифицирует процессы реполяризации миокарда, и потенциально может стать причиной внезапной смерти атлетов при выполнении интенсивных физических нагрузок.

#### **Список литературы:**

1. Наследственные и многофакторные нарушения соединительной ткани у детей. Алгоритмы диагностики. Тактика ведения. Российские рекомендации / Аббакумова Л.Н. [и др.] // *Pediatrician (St. Petersburg)*. – 2016. – Т.7, №2. – С. 5-39. DOI: 10.17816/PED725-39.
2. Нечаева Г.И. Дисплазия соединительной ткани: сердечнососудистые изменения, современные подходы к диагностике и лечению / Г.И. Нечаева, А.И. Мартынов. – М.: Медицинское информационное агентство, 2017. – 400 с.
3. Assessment of the 12-lead ECG as a screening test for detection of cardiovascular disease in healthy general populations of young people (12–25 Years of Age). A scientific statement from the American Heart Association and the American College of Cardiology / Maron BJ. [et al.] // *Circulation*. – 2014. – Vol. 130. – P. 1303-1334. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000025.
4. Electrical and structural adaptations of the paediatric athlete's heart: a systematic review with metaanalysis / Gavin McClean [et al.] // *British Journal of Sports Medicine*. – 2017. – №0. – P. 1-12. DOI: 10.1136/bjsports-2016-097052.
5. Etiology of sudden death in sports insights from a United Kingdom regional registry / Finocchiaro G. [et al.] // *Journal of the American College of Cardiology*. – Vol. 67(18). – 2016. – P. 2108-2115. DOI:10.1016/j.jacc.2016.02.062.

УДК 53.043

**Членова А.А., Тимофеева А.В., Козлов Н.В., Лепаловский В.Н.,  
Курляндская Г.В.  
МНОГОСЛОЙНЫЙ ЭЛЕМЕНТ С ГИГАНТСКИМ  
МАГНИТОИМПЕДАНСНЫМ ЭФФЕКТОМ: ДЕТЕКТИРОВАНИЕ  
МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА**

Институт естественных наук  
Уральский федеральный университет  
Екатеринбург, Российская Федерация