

УДК 616.12-008.318-07-08

DOI: <https://doi.org/10.17816/cardar321415>

Научная статья



Синдром удлинённого интервала QT у юных спортсменов

С.Н. Чупрова^{1,2}, И.Ю. Мельникова¹¹ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия;² Детский научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства, Санкт-Петербург, Россия

Синдром удлинённого интервала QT — заболевание, ассоциированное с высоким риском внезапной сердечной (аритмической) смерти. Частота внезапной сердечной смерти составляет примерно 1 : 100 000 юных спортсменов, при этом на вскрытии зачастую не обнаруживают изменений, что указывает на первично аритмогенную смерть. В статье приводится описание двух клинических случаев юных спортсменов с удлинением интервала QT. Обсуждаются возможные причины синдрома удлинённого интервала QT, трудности диагностики данного синдрома у детей и подростков, занимающихся спортом. Независимо от причин, приводящих к удлинению интервала QT, существует риск развития аритмических событий. Своевременная диагностика синдрома удлинённого интервала QT — путь к первичной профилактике внезапной сердечной смерти у юных спортсменов.

Ключевые слова: спорт; юные спортсмены; врожденный синдром удлинённого интервала QT; вторичные причины удлинённого интервала QT; внезапная сердечная смерть.

Как цитировать:

Чупрова С.Н., Мельникова И.Ю. Синдром удлинённого интервала QT у юных спортсменов // Cardiac Arrhythmias. 2023. Т. 3, № 1. С. 41–48. DOI: <https://doi.org/10.17816/cardar321415>

DOI: <https://doi.org/10.17816/cardar321415>

Research article

Long QT syndrome in young athletes

Svetlana N. Chuprova^{1,2}, Irina Yu. Melnikova¹

¹ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia;

² Pediatric Research and Clinical Center for Infectious Diseases under the Federal Medical Biological Agency, Saint Petersburg, Russia

Long QT syndrome is a disease associated with a high risk of sudden cardiac (arrhythmic) death. The frequency of sudden cardiac death is approximately 1 : 100,000 young athletes, while autopsies often do not detect changes, which indicates a primary arrhythmogenic death. The article describes two clinical cases of young athletes with prolongation of the QT interval. The possible causes of the long QT syndrome and the difficulties of diagnosing this syndrome in children and adolescents involved in sports are discussed. Regardless of the reasons leading to the prolongation of the QT interval, there is a risk of arrhythmic events. Timely diagnosis of long QT syndrome is the way to the primary prevention of sudden cardiac death in young athletes.

Keywords: sports; young athletes; congenital long QT syndrome; secondary causes of QT interval prolongation; sudden cardiac death.

To cite this article:

Chuprova SN, Melnikova IYu. Long QT Syndrome in Young Athletes. *Cardiac Arrhythmias*. 2023;3(1):41–48. DOI: <https://doi.org/10.17816/cardar321415>

Received: 16.02.2023

Accepted: 19.03.2023

Published: 31.03.2022

Внезапная сердечная смерть является трагическим событием, особенно у спортсменов, которые проходят плановые медицинские обследования и считаются здоровыми. Частота внезапной сердечной смерти составляет примерно 1 : 100 000 юных спортсменов, при этом на вскрытии зачастую не обнаруживают изменений, что указывает на первично аритмогенную смерть [1]. Причины ВСС можно разделить на приобретенные и генетические. К первой группе относятся миокардит и заболевания коронарных артерий, ко второй — генетически обусловленные структурные заболевания сердца и каналопатии [2]. Одним из примеров каналопатий является наследственный (врожденный) синдром удлиненного интервала QT (LQTS). Распространенность врожденного синдрома удлиненного интервала QT оценивается как 1 : 2000 [3], а для его диагностики по настоящее время используют критерии P. Schwartz, разработанные им в 1985 году [4] и дополненные в 2011 году [5, 6]. За последние 25 лет 17 генов были связаны с синдромом удлиненного интервала QT, однако недавний анализ, основанный на подходе, который использует показатели, специфичные для генов и заболеваний, разработанный Clinical Genome Resource, классифицировал ряд этих генов как ограниченные или спорные. Вследствие данного анализа осталось 7 генов с окончательными или убедительными доказательствами причинно-следственной связи [7]. Все эти оставшиеся гены (*KCNQ1*, *KCNH2*, *SCN5A*, *CALM1*, *CALM2*, *CALM3*, *TRDN*) кодируют ионные каналы, участвующие в реполяризации сердца, их модулирующие субъединицы или белки, регулирующие или модулирующие функцию ионных каналов [7]. Генотип LQTS удается установить у 75 % больных людей с четким фенотипом, что имеет важное значение, так как это определяет тактику их лечения [8]. Кроме врожденного синдрома удлиненного интервала QT, существуют различные причины (состояния), приводящие к вторичному удлинению интервала QT. Одним из них является электролитный дисбаланс (гипокалиемия, гипокальциемия, гипомagneмия), который может возникать под действием многих причин, например, при длительном приеме диуретиков, особенно петлевых (фуросемид).

КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ

Юная спортсменка А., 16 лет, направлена на консультацию к кардиологу в связи с выявленными изменениями на электрокардиограмме. Из анамнеза известно, что пациентка занимается художественной гимнастикой с 3,5 лет, на момент консультации продолжительность тренировок 3,5 ч в день 5–6 раз в неделю, кандидат в мастера спорта. С нагрузками справляется, синкопальных состояний не отмечалось. В плановом порядке проходила углубленное медицинское обследование (УМО). При прохождении очередного УМО выявлены патологические изменения на ЭКГ в виде удлинения интервала QT. При анализе семейного анамнеза выяснено,

что случаи внезапной сердечной смерти, синкопальные состояния у ближайших родственников не регистрировались. Продолжительность интервала QT у родителей была в норме.

При осмотре состояние удовлетворительное. Рост 163 см, вес 42 кг, ИМТ 15,8 кг/м². Кожные покровы обычной окраски. В легких дыхание проводится во все отделы, хрипов нет, частота дыхания 20 в мин. Визуально область сердца не изменена. Перкуторно границы относительной сердечной тупости в пределах возрастной нормы. Тоны сердца ясные, ритмичные, частота сердечных сокращений 64 в мин лежа. АД 100/60 мм рт. ст. Сатурация 99 %. Живот при пальпации мягкий, безболезненный. Печень не увеличена. Периферических отеков нет. Пульс на бедренных артериях определяется с обеих сторон. Физиологические отправления в норме.

На поверхностной 12-канальной электрокардиограмме (электрокардиограф компьютерный КАРДи, «Медицинские Компьютерные Системы», Россия), скорость записи 50 мм/с (рис. 1), регистрировалась умеренная синусовая брадикардия с ЧСС 54–57 уд/мин, QT (V5) = 460 мс, QTc = 438–451 мс.

При снятии ЭКГ стоя (рис. 2) на фоне учащения синусового ритма до 82 уд/мин продолжительность интервала QT (V5) составила 540 мс, QTc = 635 мс (выраженное удлинение интервала QT).

Учитывая удлинение интервала QT проведено холтеровское мониторирование ЭКГ (ХМ ЭКГ) с помощью системы «Поли-Спектр-СМ», («Нейрософт», Россия).

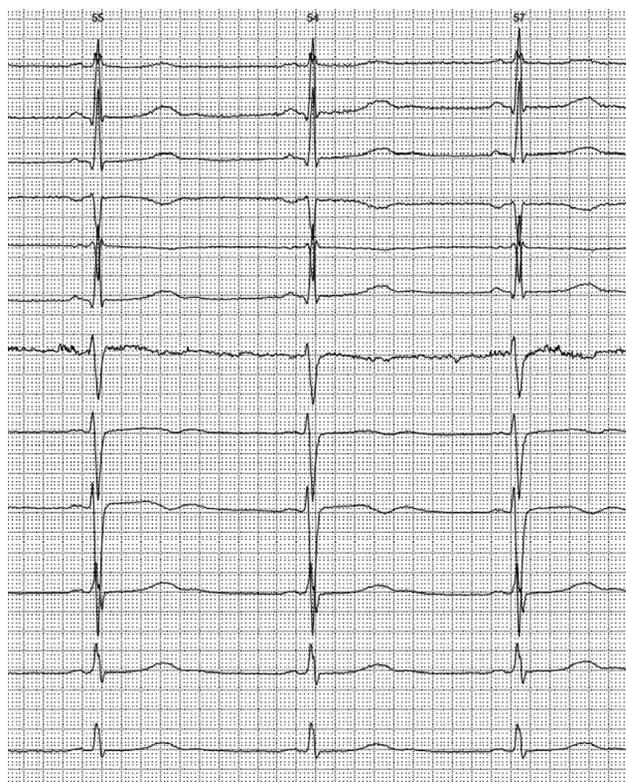


Рис. 1. Двенадцатиканальная электрокардиограмма юной спортсменки А., 16 лет

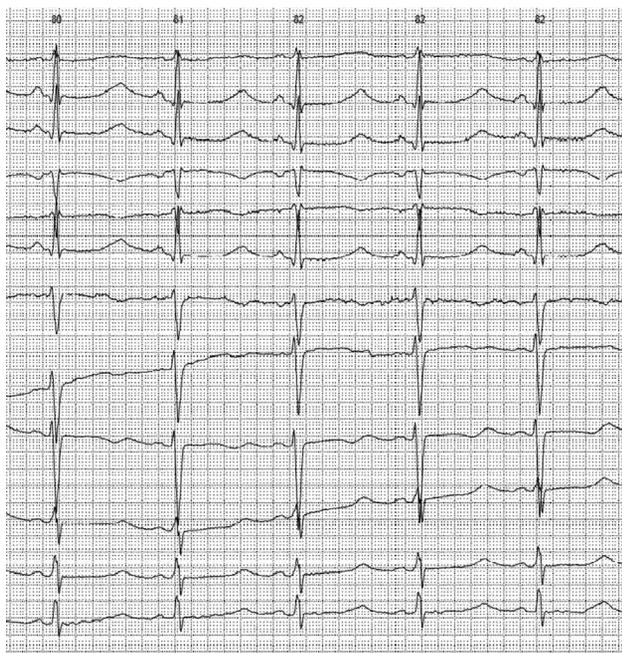


Рис. 2. Двенадцатиканальная электрокардиограмма (стоя) юной спортсменки А., 16 лет

При проведении ХМ ЭКГ зарегистрировано удлинение интервала QT до 680 мс (рис. 3).

Удлинение интервала QT сохранялось вне зависимости от частоты сердечных сокращений (ЧСС): 680 мс на фоне синусового ритма с ЧСС 53 уд/мин, 580 мс — ЧСС 85 уд/мин (рис. 4) при норме по данным ХМ ЭКГ до 480 мс [9].

По данным автоматического анализа QT (нормы представлены согласно Национальным российским рекомендациям по применению методики холтеровского мониторинга в клинической практике) также выявлено



Рис. 3. Фрагмент холтеровского мониторинга ЭКГ юной спортсменки А. Максимальная продолжительность интервала QT



Рис. 4. Фрагмент холтеровского мониторинга ЭКГ юной спортсменки А. Удлинение интервала QT



Рис. 5. Фрагмент холтеровского мониторинга ЭКГ юной спортсменки А. Желудочковая экстрасистолия, тригеминия

удлинение данного интервала: QT среднее 471 мс (норма 342–401), QTc Базетт 500 мс (норма 396–447), QTc Фридеричи 490 мс (норма 384–421).

Зарегистрированы редкие (всего 354, плотность экстрасистолии 0,4 %) одиночные желудочковые экстрасистолы, эпизоды (3) тригеминии (рис. 5).

При проведении трансторакальной эхокардиографии (ультразвуковой прибор EPIQ 5, компания Philips, Нидерланды) бивентрикулярная систолическая функция в норме. Клапанный аппарат без патологических изменений, трансклапанный поток в норме. Увеличения/гипертрофии камер сердца не выявлено. Для исключения возможных вторичных причин удлинения интервала QT у юной спортсменки определен уровень электролитов в сыворотке крови. По результатам анализа выявлена гипокалиемия (калий 2,2 ммоль/л при норме 3,6–5,6). При беседе с пациенткой было выяснено, что она в течение 1,5 лет бесконтрольно принимала фуросемид с целью снижения веса. После медикаментозной коррекции уровня калия отмечалась нормализация продолжительности интервала QT по результатам ЭКГ (рис. 6), ХМ ЭКГ, желудочковые экстрасистолы не регистрировались.

При проведении велоэргометрии (велоэргометр Corival Lode, Нидерланды) на всех ступенях нагрузки, на 4-й минуте восстановления удлинение интервала QT не выявлено.

За период наблюдения (катамнез 2 года) спортсменка выполнила норматив мастера спорта по художественной гимнастике, уровень калия в крови, продолжительность интервала QT остаются в пределах нормы.

Юная спортсменка Е., 10 лет, находилась на обследовании в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Детский научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического

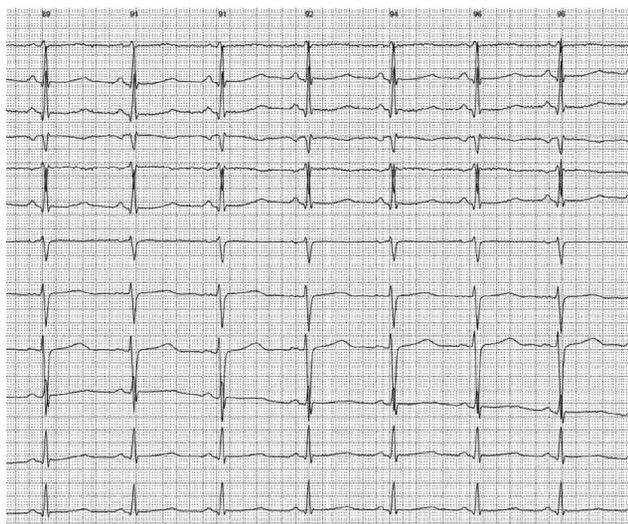


Рис. 6. Двенадцатиканальная электрокардиограмма (стоя) юной спортсменки А., 16 лет, после нормализации концентрации калия в сыворотке крови. $QT (V5) = 350$ мс (ЧСС 96 уд/мин), $QTc = 443$ мс

агентства» в связи с острым респираторным заболеванием. При снятии ЭКГ скорость записи 50 мм/с, было выявлено удлинение интервала QT . На ЭКГ (рис. 7) регистрировалась синусовая аритмия, эпизоды брадикардии (ЧСС 63–86 уд/мин), $QT (V5) = 420$ мс, $QTc = 429–506$ мс (увеличение скорректированного интервала QT при повышении ЧСС). Изменение морфологии зубца T по типу двугорбий, «зазубренный» T в отведениях $V4–V6$, что является характерным для второго (LQT2) молекулярно-генетического варианта наследственного синдрома удлиненного интервала QT [10].

При проведении холтеровского мониторирования ЭКГ (система Cardioline, Италия) удлинение интервала QT до 540 мс (3 канал записи — ch 3) на минимальной ЧСС 46 уд/мин (рис. 8) при норме до 480 мс.

Электролиты в сыворотке крови были в норме.

При проведении трансторакальной эхокардиографии патологические изменения не выявлены.

Из анамнеза выяснено, что пациентка занимается художественной гимнастикой с 4-х лет, тренировки 5–6 раз в неделю по 3 ч. При прохождении плановых УМО патологические изменения на ЭКГ выявлены не были. Приступы потери сознания не отмечались. При анализе наследственности выяснено, что у матери девочки имеются 2 эпизода потери сознания (в 33 года, 35 лет). Первый приступ возник на фоне стресса, второй — без видимой причины. Приступы сопровождались судорогами, непроизвольным мочеиспусканием. По поводу обмороков обследована в одной из клиник Санкт-Петербурга, консультирована неврологом, выставлен диагноз «синдром вегетативной дисфункции». При снятии ЭКГ матери (рис. 9) зарегистрированы синусовый ритм с ЧСС 70–80 уд/мин, значительное удлинение интервала QT : $QT (V5)$ на ЧСС 76 уд/мин составлял 500 мс, QTc — 562 мс. Морфология T также

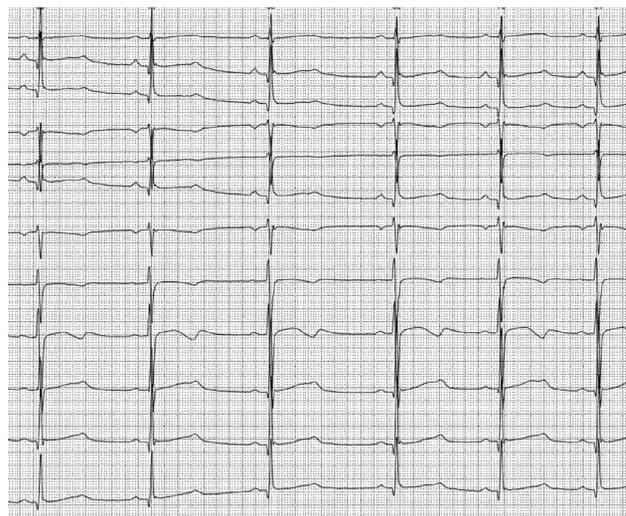


Рис. 7. Двенадцатиканальная электрокардиограмма юной спортсменки Е., 10 лет



Рис. 8. Фрагмент холтеровского мониторирования ЭКГ юной спортсменки Е

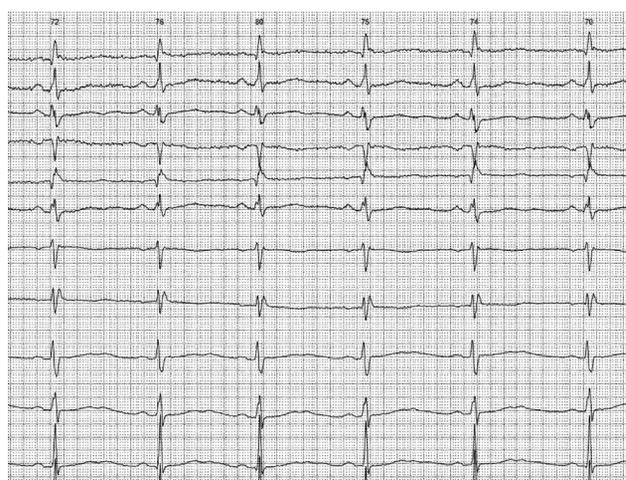


Рис. 9. Удлинение интервала QT на двенадцатиканальной ЭКГ у матери девочки

была характерна для второго молекулярно-генетического варианта наследственного синдрома удлиненного интервала QT .

На основании общепринятых диагностических критериев, предложенных Р. Schwartz [4, 6], больной Е. был установлен диагноз: «Наследственный синдром

удлиненного интервала QT , семейный вариант (наследование по линии матери), второй молекулярно-генетический вариант?». В медико-генетической лаборатории EVOGEN (Москва) проведено полногеномное секвенирование ДНК, обнаружен ранее не описанный в литературе вариант р. Met554ValfsTer100 (приводящий к формированию преждевременного стоп-кодона) в гетерозиготном состоянии в 7-м из 15 экзонов гена *KCNH2*, отвечающем за развитие второго молекулярно-генетического варианта синдрома удлиненного интервала QT (LQT2).

Был рекомендован прием атиенолола в суточной дозе 1 мг/кг. Тренировки в спортивной школе прекращены.

ОБСУЖДЕНИЕ

Синдром удлиненного интервала QT — заболевание, ассоциированное с высоким риском внезапной сердечной смерти (ВСС) вследствие развития полиморфной желудочковой тахикардии типа *torsade de pointes* [11]. Независимо от причин, приводящих к удлинению интервала QT (гипокалиемия вследствие длительного приема фуросемида, в первом клиническом случае и мутация в гене *KCNH2*, обусловившая развитие второго молекулярно-генетического варианта врожденного синдрома удлиненного интервала QT , во втором) существует опасность развития жизнеугрожающих аритмических событий. Согласно данным американского исследования, синдром удлиненного интервала QT обуславливает ВСС 2 % спортсменов [2], а у 0,4 % спортсменов-олимпийцев могут наблюдаться желудочковые тахикардии, связанные с данным синдромом [12]. Прежде чем рассматривать врожденный LQTS в качестве диагноза у юных спортсменов, необходимо исключить приобретенные причины удлинения интервала QT . Наиболее частыми причинами являются прием препаратов, удлиняющих QT , метаболические изменения и электролитные нарушения. Одним из рутинных методов, позволяющих выявить изменения, характерные для синдрома удлиненного интервала QT , является стандартная 12-канальная электрокардиография. Интерпретация электрокардиограммы у спортсменов включает оценку продолжительности скорректированного интервала QT (QT_c), рассчитанного по формуле Базетта. Однако существуют определенные сложности в оценке интервала QT у юных спортсменов. Около 25–35 % пациентов с генетически подтвержденным наследственным синдромом удлиненного интервала QT могут иметь на ЭКГ-покоя нормальные значения интервала QT [2]. Определение продолжительности интервала QT на фоне синусовой брадикардии, характерной для спортсменов, еще больше затрудняет выявление удлинения интервала QT , связанного с увеличением скорректированного интервала QT при повышении ЧСС (пример художественной гимнастки 10 лет с диагностированным LQT2). Также при регистрации на ЭКГ выраженной синусовой аритмии следует помнить, что реакция интервала QT на изменение ЧСС не является мгновенной, полная адаптация занимает

1–3 мин [13]. Проблемы могут возникать и при проведении дифференциального диагноза между волной U и двугорбым зубцом T , характерным для второго молекулярно-генетического варианта наследственного синдрома удлиненного интервала QT , на поверхностной ЭКГ.

До настоящего времени существуют противоречивые мнения по допуску спортсменов с диагностированным врожденным синдромом удлиненного интервала QT к тренировочно-соревновательному процессу. Рекомендации ESC по участию в спортивных соревнованиях, опубликованные в 2005 году, являются наиболее ограничительными [14]. В них говорится, что врожденный LQTS является противопоказанием для любого вида спорта, даже при отсутствии документально подтвержденных серьезных нарушений ритма сердца. В руководстве Европейского общества кардиологов по лечению желудочковой аритмии и профилактике ВСС 2015 года рекомендовано избегать интенсивного плавания, особенно при первом молекулярно-генетическом варианте синдрома (LQT1), но никаких других видов спорта не упомянуто [15]. Более поздние рекомендации США по пригодности и дисквалификации спортсменов, участвующих в соревнованиях, с каналопатиями (включая LQTS), предложенные в 2015 году, являются менее ограничительными [16]. Согласно данным рекомендациям, спортсмены с симптоматическим LQTS (за исключением соревновательного плавания при LQT1) могут быть допущены к участию в соревнованиях после начала лечения и принятия соответствующих мер предосторожности, при условии отсутствия симптомов во время лечения по крайней мере в течение 3 мес с предоставлением им (и членам семьи) информации о потенциальных рисках. В отечественных национальных рекомендациях по допуску спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы к тренировочно-соревновательному процессу спортсменам, имеющим в анамнезе эпизод остановки сердца или синкопальные состояния, предположительно связанные с синдромом удлиненного интервала QT , независимо от длительности QT_c или генотипа противопоказано занятие всеми видами спорта кроме класса IA [17].

ВЫВОДЫ

Таким образом, данные наблюдения наглядно демонстрируют существующие сложности диагностики синдрома удлиненного интервала QT у юных спортсменов, а также необходимость всестороннего анализа возможных причин, приводящих к удлинению интервала QT , что в одних случаях поможет сохранить возможность продолжения занятий избранным видом спорта, в других — снизить риск ВСС. Выявление удлинения интервала QT у юных спортсменов требует проведения дополнительных исследований, включая стресс-тесты, молекулярно-генетическое обследование с поиском мутаций в генах, ответственных за развитие данного LQTS синдрома.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаров Л.М. Спорт и внезапная смерть у детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2017. Т. 62, № 1. С. 40–46. DOI: 10.21508/1027-4065-2017-62-1-40-46
2. Longo U.G., Ambrogioni L.R., Ciuffreda M., et al. Sudden cardiac death in young athletes with long QT syndrome: the role of genetic testing and cardiovascular screening // *Br Med Bull.* 2018. Vol. 127, No. 1. P. 43–53. DOI: 10.1093/bmb/ldy017
3. Krahn A.D., Laksman Z., Sy R.W., et al. Congenital Long QT syndrome // *JACC Clin Electrophysiol.* 2022. Vol. 8, No. 5. P. 687–706. DOI: 10.1016/j.jacep.2022.02.017
4. Schwartz P.J. Idiopathic long QT syndrome: progress and questions // *Am Heart J.* 1985. Vol. 109, No. 2. P. 399–411. DOI: 10.1016/0002-8703(85)90626-x
5. Sy R.W., van der Werf C., Chattha I.S., et al. Derivation and validation of a simple exercise-based algorithm for prediction of genetic testing in relatives of LQTS probands // *Circulation.* 2011. Vol. 124, No. 20. P. 2187–2194. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.028258
6. Schwartz P.J., Crotti L. QTc behavior during exercise and genetic testing for the long-QT syndrome. *Circulation.* 2011. Vol. 124, No. 20. P. 2181–2184. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.062182
7. Adler A., Novelli V., Amin A.S., et al. An International, Multicentered, Evidence-Based Reappraisal of Genes Reported to Cause Congenital Long QT Syndrome. *Circulation.* 2020. Vol. 141, No. 6. P. 418–428. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.043132
8. Wilde AAM, Amin AS, Postema PG. Diagnosis, management and therapeutic strategies for congenital long QT syndrome // *Heart.* 2021. Vol. 108, No. 5. P. 332–338. DOI: 10.1136/heartjnl-2020-318259
9. Макаров Л.М., Комолятова В.Н., Куприянова О.О., и др. Национальные российские рекомендации по применению методики холтеровского мониторирования в клинической практике. Российский кардиологический журнал. 2014. № 2 (106). С. 6–71. DOI: 10.15829/1560-4071-2014-2-6-71
10. Tardo D.T., Peck M., Subbiah R.N., et al. The diagnostic role of T wave morphology biomarkers in congenital and acquired long QT syndrome: A systematic review // *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2022. Vol. 28, No. 1. P. e13015. DOI: DOI 10.1111/anec.13015
11. Singh M., Morin D.P., Link M.S. Sudden cardiac death in Long QT syndrome (LQTS), Brugada syndrome, and catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia (CPVT) // *Prog Cardiovasc Dis.* 2019. Vol. 62, No. 3. P. 227–234. DOI: 10.1016/j.pcad.2019.05.006
12. Pelliccia A., Adami P.E., Quattrini F., et al. Are Olympic athletes free from cardiovascular diseases? Systematic investigation in 2352 participants from Athens 2004 to Sochi 2014 // *Br J Sports Med.* 2017. Vol. 51, No. 4. P. 238–243. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096961
13. Schnell F., Behar N., Carré F. Long-QT Syndrome and Competitive Sports // *Arrhythm Electrophysiol Rev.* 2018. Vol. 7, No. 3. P. 187–192. DOI: 10.15420/aer.2018.39.3
14. Pelliccia A., Fagard R., Bjørnstad H.H., et al. Recommendations for competitive sports participation in athletes with cardiovascular disease: a consensus document from the Study Group of Sports Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology // *Eur Heart J.* 2005. Vol. 26, No. 14. P. 1422–1445. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi325
15. Priori S.G., Blomström-Lundqvist C., Mazzanti A., et al. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC) // *Eur Heart J.* 2015. No. 36. P. 2793–867. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv316
16. Ackerman M.J., Zipes D.P., Kovacs R.J., et al. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: Task Force 10: The Cardiac Channelopathies: A Scientific Statement from the American Heart Association and American College of Cardiology // *J Am Coll Cardiol.* 2015. Vol. 66, No. 21. P. 2424–2428. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.09.042
17. Бойцов С.А., Колос И.П., Лидов П.И., и др. Национальные рекомендации по допуску спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы к тренировочно-соревновательному процессу // *Рациональная фармакотерапия в кардиологии.* 2011. Т. 7, № 6. С. 4–60.

REFERENCES

1. Makarov LM. Sport and sudden death in children. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics.* 2017;62(1):40–46. (In Russ.). DOI: 10.21508/1027-4065-2017-62-1-40-46
2. Longo UG, Ambrogioni LR, Ciuffreda M, et al. Sudden cardiac death in young athletes with long QT syndrome: the role of genetic testing and cardiovascular screening. *Br Med Bull.* 2018;1(127):43–53. DOI: 10.1093/bmb/ldy017
3. Krahn AD, Laksman Z, Sy RW, et al. Congenital Long QT syndrome. *JACC Clin Electrophysiol.* 2022;8(5):687–706. DOI: 10.1016/j.jacep.2022.02.017
4. Schwartz PJ. Idiopathic long QT syndrome: progress and questions. *Am Heart J.* 1985;109(2):399–411. DOI: 10.1016/0002-8703(85)90626-x
5. Sy RW, van der Werf C, Chattha IS, et al. Derivation and validation of a simple exercise-based algorithm for prediction of genetic testing in relatives of LQTS probands. *Circulation.* 2011;124(20):2187–2194. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.028258
6. Schwartz PJ, Crotti L. QTc behavior during exercise and genetic testing for the long-QT syndrome. *Circulation.* 2011;124(20):2181–2184. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.062182

7. Adler A, Novelli V, Amin AS, et al. An International, Multicentered, Evidence-Based Reappraisal of Genes Reported to Cause Congenital Long QT Syndrome. *Circulation*. 2020;141(6):418–428. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.043132
8. Arthur AM, Ahmad S, Pieter G Diagnosis, management and therapeutic strategies for congenital long QT syndrome. *Heart*. 2021;108(5):332–338. DOI: 10.1136/heartjnl-2020-318259
9. Makarov LM, Komolyatova VN, Kupriyanova OO, et al. National russian guidelines on application of the methods of holter monitoring in clinical practice. *Russian Journal of Cardiology*. 2014;2(106):6–71. (In Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2014-2-6-71
10. Tardo DT, Peck M, Subbiah RN, et al. The diagnostic role of T wave morphology biomarkers in congenital and acquired long QT syndrome: A systematic review. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2022;28(1):e13015. DOI: DOI 10.1111/anec.13015
11. Singh M, Morin DP, Link MS. Sudden cardiac death in Long QT syndrome (LQTS), Brugada syndrome, and catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia (CPVT). *Prog Cardiovasc Dis*. 2019;62(3):227–234. DOI: 10.1016/j.pcad.2019.05.006
12. Pelliccia A, Adami PE, Quattrini F, et al. Are Olympic athletes free from cardiovascular diseases? Systematic investigation in 2352 participants from Athens 2004 to Sochi 2014. *Br J Sports Med*. 2017;51(4):238–243. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096961
13. Schnell F, Behar N, Carré F. Long-QT Syndrome and Competitive Sports. *Arrhythm Electrophysiol Rev*. 2018;7(3):187–192. DOI: 10.15420/aer.2018.39.3
14. Pelliccia A, Fagard R, Bjørnstad HH, et al. Recommendations for competitive sports participation in athletes with cardiovascular disease: a consensus document from the Study Group of Sports Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology // *Eur Heart J*. 2005;14(26):1422–1445. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi325
15. Priori S.G., Blomström-Lundqvist C., Mazzanti A., et al. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC) // *Eur Heart J*. 2015;(36):2793–867. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv316
16. Ackerman MJ, Zipes DP, Kovacs RJ, et al. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: Task Force 10: The Cardiac Channelopathies: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*. 2015;66(21):2424–2428. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.09.042
17. Boitsov SA, Kolos IP, Lidov PI, et al. Natsional'nye rekomendatsii po dopusku sportsmenov s otkloneniyami so storony serdechno-sosudistoi sistemy k trenirovochno-sorevnovatel'nomu protsessu. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2011;7(6):4–60. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

***Светлана Николаевна Чупрова**, доцент кафедры;
eLibrary SPIN: 8696-7178;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5661-3389>;
e-mail: svetlana_ch_70@mail.ru

Ирина Юрьевна Мельникова, заведующий кафедрой педиатрии; eLibrary SPIN: 8053-1512;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1284-5890>;
e-mail: melnikovai@yandex.ru

AUTHORS INFO

***Svetlana N. Chuprova**, associate professor;
eLibrary SPIN: 8696-7178;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5661-3389>;
e-mail: svetlana_ch_70@mail.ru

Irina Yu. Melnikova, Head of the Department;
eLibrary SPIN: 8053-1512;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1284-5890>;
e-mail: melnikovai@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author