

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.3>

УДК:616.124.7

Тип статьи: Обзор литературы / Review



## Приобретенное удлинение интервала QT у спортсменов

А.С. Юнисова\*, А.В. Смоленский

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры,  
спорта, молодежи и туризма», Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

Синдром удлиненного синдрома QT (LQTS) — часто встречаемое нарушение состояния, приводящее к драматичным для пациентов исходам, главным из которых является внезапная сердечная смерть. В данном обзоре представлены подробные данные о диагностике, распространенности, классификации, этиологии. Многообразие причин, приводящих к LQTS, создает сложности в дифференциальной диагностике этого состояния, и в итоге LQTS часто остается за пределами внимания врачей, осуществляющих контроль состояния здоровья спортсменов. Особое внимание уделено приобретенным формам LQTS, в частности лекарственно-индуцированной форме. Изложены результаты исследований, направленных на изучение распространенности LQTS и влияние лекарственных препаратов на интервал QT. Подробно рассмотрено влияние на интервал QT нестероидных противовоспалительных средств, поскольку они часто используются спортсменами. Цель данного обзора — расширить понимание этиологии LQTS и обосновать необходимость тщательного ЭКГ-скрининга и фармакологического контроля у спортсменов.

**Ключевые слова:** интервал QT, внезапная сердечная смерть, лекарственно-индуцированный LQTS, спортсмены

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Юнисова А.С., Смоленский А.В. Приобретенное удлинение интервала QT у спортсменов. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2021;11(4):17–25. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.3>

**Поступила в редакцию:** 15.11.2021

**Принята к публикации:** 15.12.2021

**Online first:** 27.12.2021

**Опубликована:** 30.12.2021

\* Автор, ответственный за переписку

## Acquired long QT interval in athletes

Alina S. Yunisova\*, Andrey V. Smolensky

Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia

### ABSTRACT

Long QT syndrome (LQTS) is a common disorder that leads to dramatic patient outcomes, chief among which is sudden cardiac death. This review provides detailed data on the diagnosis, prevalence, classification, etiology. The variety of causes leading to LQTS creates difficulties in the differential diagnosis of this condition and, as a result, LQTS often remains outside the attention of physicians who monitor the health of athletes. Particular attention is paid to the acquired forms of LQTS, particularly, the drug-induced form. The results of studies aimed at studying the prevalence of LQTS and the effect of drugs on the QT interval are presented. The influence of non-steroidal anti-inflammatory drugs on the QT interval is discussed in detail because they are often used by athletes. The purpose of this review is to expand understanding of the etiology of LQTS and justify the need for careful ECG screening and pharmacological monitoring in athletes.

**Keywords:** QT interval, sudden cardiac death, drug-induced LQTS, athletes.

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Yunisova A.S., Smolensky A.V. Acquired long QT interval in athletes. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2021;11(4):17–25. (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.3>

**Received:** 15 November 2021

**Accepted:** 15 December 2021

**Online first:** 27 December 2021

**Published:** 30 December 2021

\*Corresponding author

Интервал QT — отрезок электрокардиограммы (ЭКГ) от начала зубца Q до нисходящего колена зубца T к изолинии, он отражает процессы деполяризации и реполяризации миокарда желудочков. Существует ряд причин, приводящих к удлинению интервала QT. К ним относятся наследственные факторы, ятрогенные причины (прием лекарственных препаратов), нарушения водно-электролитного баланса. Множество факторов, влияющие на продолжительность интервала QT, определяют значительные трудности в диагностике и профилактике этого состояния. Особо драматическим является вероятность возникновения внезапной сердечной смерти (ВСС) у спортсменов с удлинением QT. В данном обзоре мы попытались обосновать важность проведения скрининговой электрокардиографии у профессиональных спортсменов для ранней диагностики и профилактики удлинения QT.

Синдром удлиненного QT интервала является группой состояний, схожих по клинической картине, патогенезу, течению и прогнозу, электрокардиографическим проявлениям в виде различной степени удлинения интервала QT, приводящих к фатальным нарушениям сердечного ритма [3, 5, 40]. Основой удлинения интервала QT является асинхронность реполяризации участков миокарда желудочков и, как следствие, увеличение ее общей продолжительности [18, 39]. Подозрение на диагноз удлинения интервала QT основывается на данных ЭКГ: удлинении интервала QT, наличии эпизодов желудочковой тахикардии, альтернация T-волн и изменения морфологии T-волн (T-волна с широким основанием, зазубренные зубцы T в 3-х отведениях) и семейном анамнезе. Поскольку QT изменяется в зависимости от частоты сердечных сокращений, существует несколько формул для корректировки интервала QT с помощью частоты сердечных сокращений, наиболее часто в исследованиях, оценивающих синдром удлинения QT, применяется формула Базетта:  $QT_c = QT / \sqrt{RR}$  с использованием интервала RR, предшествующего измеренному интервалу QT [4].

Формула Базетта не вполне корректна. Отмечена тенденция к излишней корректировке при высокой частоте сердечных сокращений (при тахикардии) и недостаточная корректировка при низкой (при брадикардии).

Согласно международно признанным рекомендациям, мужчины со значением  $QT_c > 440$  мс и женщины со значением  $QT_c > 460$  мс считаются имеющими аномально удлиненный интервал  $QT_c$  [8].

В качестве одного из надежных предикторов ВСС может выступать также увеличение дисперсии интервала QT ( $\Delta QT$ ), которое представляет собой разницу между максимальным и минимальным значениями длительности интервала QT в 12 стандартных отведениях ЭКГ:  $\Delta QT = QT_{max} - QT_{min}$ .

Диагноз как первичного (генетически детерминированного), так и вторичного LQTS устанавливают при бессимптомном удлинении  $QT_c$  свыше 480 мс

или при удлинении свыше 460 мс у пациентов с необъяснимыми обмороками, а также при оценке риска по критериям Шварца более 3 баллов [23, 24, 32].

Диагностические критерии LQTS или критерии Шварца предоставляют инструмент для стратификации риска пациентов по категориям с низким ( $\leq 1$  балла), промежуточным (1–3 балла) или с высокой вероятностью ( $\geq 3$  баллов) [33].

При синдроме удлиненного QT удлинение QT-интервала может стать причиной возникновения torsade de pointes — полиморфной пируэтной желудочковой тахикардии, которая может перейти в фибрилляцию желудочков и привести к внезапной сердечной смерти.

Эпизоды желудочковой тахикардии могут иметь кратковременный характер, клинически проявляясь слабостью, головокружением и заканчиваться самостоятельно, но могут рецидивировать и переходить в фибрилляцию желудочков и заканчиваться внезапной сердечной смертью [1, 17, 14].

По клиническим проявлениям синдром удлинения интервала QT делится на:

1. С приступами потери сознания (головокружения и т.п.).

2. Бессимптомный.

По происхождению:

I. Врожденный:

1. Синдром Джервелла — Ланге-Нильсена.

2. Синдром Романо-Уорда.

3. Спорадический.

II. Приобретенный: вызванный лекарственными препаратами.

Причиной развития синдрома удлинения интервала QT является нарушение функционирования ионных каналов, при этом причины нарушения могут быть как врожденными, так и приобретенными. На врожденный характер развития синдрома указывает наличие симптомов в семейном анамнезе. Некоторые мутации вызывают более тяжелые, другие — менее тяжелые формы заболевания [30].

Общество сердечного ритма, Европейская ассоциация сердечного ритма и Азиатско-Тихоокеанское общество сердечного ритма (HRS/EHRA/APHRS) указывают, что диагноз LQTS может быть поставлен, если у пациента имеется одно из следующих значений: балл по критериям Шварца  $\geq 3,5$ , однозначная патогенная мутация,  $QT_c \geq 500$  или  $QT_c$  между 480 и 499 мс с симптомами (необъяснимые обмороки при отсутствии вторичных причин и патогенной мутации) [25].

ЭКГ необходимо выполнять при отсутствии препаратов, удлиняющих интервал QT, добавок или других приобретенных причин, таких как гипокальциемия, гипокалиемия или гипотиреоз [25]. Кроме того, наличие блокады ножки пучка Гиса или гипертрофии левого желудочка может увеличить продолжительность QRS, что также приведет к увеличению интервала QT.

В исследовании Sandeep Basavarajiahetal(2007) [30] средний интервал  $QT_c$  у 2000 спортсменов составил

397±28 мс и находился в диапазоне от 346 до 570 мс. Из 2000 спортсменов семь (шесть мужчин и одна женщина) имели удлинённый интервал QTc, составляющий 0,4%. Средняя частота сердечных сокращений у этих семи спортсменов составляла 58 ударов в минуту (диапазон 47–68 ударов в минуту), а QTc составлял от 460 до 570 мс. Из семи спортсменов у троих исходное значение QTc составляло 0,500 мс. Все семь спортсменов были бессимптомными; никто из них не принимал регулярно лекарства, которые могли быть связаны с удлинением интервала QTc, и не имел семейного анамнеза врожденного LQTS, преждевременной внезапной сердечной смерти, необъявленных обмороков или эпилепсии. Ни у одного из спортсменов не было нейросенсорной глухоты.

В этом же исследовании во время теста с физической нагрузкой все спортсмены достигли не менее 90 % от прогнозируемой для их возраста частоты сердечных сокращений. Ни у одного из спортсменов не было эпизодов полиморфной ЖТ; однако у двух спортсменов наблюдалось удлинение интервала QTc на начальных этапах тренировки и сразу после нее. У обоих спортсменов исходное значение QTc составляло 0,500 мс.

Только один из пяти (20 %) спортсменов, прошедших генетическое тестирование, имел положительный генетический диагноз. У остальных четырех спортсменов генетический диагноз не подтвердился после скрининга на все известные мутации, способные вызывать LQT1-3.

Исследование SharmaSetal показывает, что распространенность удлинённого интервала QTc у профессиональных спортсменов составляет 0,4%. Эта цифра не отличается от АВ-блокады первой степени типа Мобитц I, блуждающего кардиостимулятора предсердий и блокады правой ножки пучка Гиса, которые считаются нормальным вариантом у спортсменов [34].

Врожденная форма удлинения интервала QT сочетается с такими симптомами как нейросенсорная тугоухость, глухонмота, пролапс митрального клапана, миопатия, воронкообразное искривление грудной клетки, грыжи, сколиоз.

Диагноз врожденного синдрома удлинённого QT ставится на основании трех симптомов:

- 1) удлинённый интервал QTc;
- 2) внезапный обморок или полиморфная желудочковая тахикардия;
- 3) случаи внезапной сердечной смерти или синдрома удлинённого QT в семье.

С учетом этих симптомов распространенность синдрома составляет 1:2500 — 1:10 000, тогда как диагностически значимое замедление интервала QTc встречается значительно чаще 1:200 — 1:400 [31].

Учитывая это, при обследовании спортсменов стоит рассматривать приобретенное удлинение интервала QT. Вместе с этим целесообразно проведение всестороннего клинического обследования спортсменов для выявления состояний, ассоциированных с синдромом врожденного интервала QT. Распространенность удлинённого

интервала QT у профессиональных спортсменов составляет 1: 250 или 0,4 %, хотя это не обязательно означает, что у этих спортсменов есть LQTS [30].

Как было показано, многие причины внезапной сердечной смерти являются известными, но редко бывает достаточно одной причины, чтобы спровоцировать опасную для жизни аритмию. Внезапная сердечная смерть — это многофакторный процесс, и мы, скорее всего, имеем дело с вероятностным событием, при котором каждый из факторов риска определяет только небольшую часть многофакторного процесса.

Учитывая связь сердечных событий с нагрузкой или другими триггерами, предыдущие рекомендации для спортсменов с LQTS были консервативными и ограничительными. По рекомендациям конференции Bethesda 2005 г. все пациенты с ранее имеющимися симптомами LQTS или пациенты с ЭКГ должны быть ограничены видами спорта класса IA, такими как бильярд, боулинг, крикет, керлинг, гольф или винтовка [43]. Класс IA — виды спорта с низкими статическими (I) и низкими динамическими (A) нагрузками в соответствии с системой классификации, изложенной Mitchell et al. Статические упражнения включают в себя большую внутримышечную силу с минимальным изменением длины мышц или движения суставов, а динамические — значительное изменение длины мышц и движения суставов с относительно небольшой внутримышечной силой [15]. Согласно еще более строгим рекомендациям Европейского общества кардиологов (ESC), выпущенным в 2005 году, всем пациентам с LQTS не следует заниматься каким-либо видом спорта, даже тем, у кого нет документально подтвержденных серьезных аритмических событий [22].

Предыдущие жесткие рекомендации эволюционировали с ростом совместного принятия решений и убедительных подтверждающих данных в поддержку либерализации прежних руководящих принципов [2]. Рекомендации HRS, EHRA и AHA/ACC от 2013 года способствовали этому изменению, оговорив, что спортсмен с LQTS, который желает продолжать участвовать в своем виде спорта, должен быть оценен экспертом LQTS, чтобы определить, может ли он участвовать [27].

Основываясь на силе этих исследований и растущем желании разрешить спортивную деятельность лицам с данной патологией, в Научном заявлении Американской кардиологической ассоциации и Американского колледжа кардиологии (AHA/ACC) в 2015 году изложены следующие руководящие принципы участия, относящиеся к LQTS:

1. Спортсменам с подозрением / диагностированной сердечной каннолопатией рекомендуется комплексное обследование у специалиста по сердечному ритму или генетического кардиолога с достаточным опытом и знаниями в области лечения этих нарушений (класс I).
2. Рекомендуется ограничить спортсменов с симптомами сердечной каннолопатии, подозреваемых

или диагностированных, во всех соревновательных видах спорта до тех пор, пока не будет проведена всесторонняя оценка состояния здоровья, спортсменов и его семья не будут хорошо проинформированы, программа лечения не будет реализована, а спортсмен не будет допущен к занятиям при условии отсутствия симптоматики в течение 3 месяцев (класс I).

3. Для бессимптомного спортсмена с генотип-положительным / фенотип-отрицательным (скрытая каналопатия) LQTS целесообразно участвовать во всех соревновательных видах спорта с соответствующими мерами предосторожности, включая: отказ от препаратов, удлиняющих интервал QT; восполнение электролитов / гидратации и предотвращение обезвоживания; предотвращение или лечение гипертермии из-за лихорадочных заболеваний, теплового истощения, связанного с тренировкой, или теплового удара; приобретение личного АВД как части спортивного защитного снаряжения спортсмена; разработка плана действий в чрезвычайных ситуациях с соответствующими должностными лицами школы или команды (класс II a).

4. Для спортсмена с симптомами LQTS или LQTS на ЭКГ (QTc > 470 мс у мужчин и > 480 мс у женщин) участие в соревнованиях (за исключением соревнований по плаванию у хозяина LQT1, ранее имевшего симптомы) может быть рассмотрено после начала лечения и принятия соответствующих мер предосторожности при условии, что у спортсмена не было что у спортсмена не было симптоматики во время лечения как минимум в течение 3 месяцев (класс II b).

Согласно рекомендациям АНА/ACC от 2015 года, спортсмену с ИКД (имплантируемый кардиовектор-дефибриллятор) может быть разрешено заниматься спортом, если в течение 3 месяцев не было электрошока.

По рекомендациям Европейского общества кардиологов, выжившие после внезапной остановки сердца (конечно, принимающие терапию  $\beta$ -блокаторами) должны быть направлены на ИКД. Так же при продолжающихся, несмотря на прием  $\beta$ -блокаторов, обмороках, спортсмены должны быть направлены на ИКД или симпатическую денервацию сердца. Имплантация ИКД не означает освобождение от занятий интенсивными или соревновательными видами спорта. Американские рекомендации в большей мере позволяют участие спортсменов в соревновательных видах спорта (за исключением LQT1) при наличии автоматического внешнего дефибриллятора «как части личного спортивного защитного снаряжения спортсмена». Более того, хотя остановка сердца, связанная с LQTS, встречается нечасто даже во время соревнований, эффективность автоматического наружного дефибриллятора в таких случаях не является 100 %.

Рекомендации по упражнениям при синдроме удлиненного интервала QT.

Всем тренирующимся людям с синдромом удлинения QT интервала с предшествующими симптомами

или удлиненным QTc рекомендуется проходить терапию  $\beta$ -блокаторами в целевой дозе. Спортсменам с синдромом удлинения QT интервала рекомендуется избегать лекарственных препаратов, удлиняющих интервал QT, а также гипокалиемии и гипомagneмией. Следует рассмотреть возможность участия в спортивной деятельности атлетов с генотип-положительным / фенотип-отрицательным LQTS. Участие в спортивных состязаниях (с или без ИКД) не рекомендуется лицам с LQTS и предшествующей остановкой сердца или аритмическим обмороком [10].

Самыми частыми причинами возникновения приобретенного удлинения интервала QT являются прием лекарственных препаратов, электролитные нарушения, в том числе вызванные приемом лекарственных средств, алиментарные нарушения, интоксикации [13].

Прием препаратов, а также различные состояния могут становиться триггерами для приобретенного удлинения интервала QT в связи с наличием «мягких» мутаций генов, связанных с белками ионных каналов и генов, влияющих на метаболизм лекарственных средств [29, 20, 18, 37, 12].

Трудно оценить общую частоту LQTS, вызванную приемом лекарств. Исследование, проведенное Molokhia M. et al. (2008), основанное на ретроспективном анализе 861 случая, связанного с внезапной сердечной смертью или аритмией, продемонстрировало, что 40 случаев (4,6 %) нелетального удлинения интервала QT было связано с лекарственными причинами [16]. Аналогичные данные были получены в исследовании S.M. Straus et al. (2005), включающем более 500 000 человек за 8-летний период наблюдений, было выявлено 775 случаев внезапной смерти, и в 320 случаях внезапная смерть ассоциировалась с приемом лекарственных препаратов, удлиняющих интервал QT [35]. Таким образом, демонстрируется значительное влияние лекарственных препаратов на длину интервала QT. Это формирует необходимость тщательного мониторинга перечня принимаемых атлетами лекарственных средств.

Исходно удлиненный интервал QT, брадикардия, нарушение проводимости, увеличение биодоступности препаратов, полипрагмазия, электролитные нарушения, такие как гипокалиемия, гипомagneмия, гипокальциемия, являются факторами риска удлинения интервала QT и развития полиморфной желудочковой тахикардии при приеме лекарственных препаратов. При выявлении вышеперечисленных факторов риска удлинения QT по отдельности или в сочетании следует рассмотреть альтернативные схемы лечения. Когда возможные преимущества терапии перевешивают связанные с ней риски, рекомендуется медленное титрование дозы лекарственных препаратов и мониторинг ЭКГ в динамике.

В исследовании S.M. Straus et al. (2005) было обследовано 14 013 пациентов, из них — 5768 мужчин и 8245 женщин. Всем пациентам было проведено электрокардиографическое исследование. 615 человек употребляли препараты, удлиняющие интервал QT.



Средний интервал QTc был значительно длиннее у женщин, чем у мужчин, в связи с тем, что женщины чаще использовали препараты, пролонгирующие QTc, основным это были антидепрессанты и домперидон [36].

Широко используемые атлетами нестероидные противовоспалительные препараты увеличивают продолжительность интервала QT, например однократный прием такого препарата, как кеторолак, увеличивает интервал QT более чем на 30 мс.

При приеме диклофенака в терапевтической дозировке не выявлено увеличения реполяризации, но высокие дозы препарата могут вызывать увеличение реполяризации и тем самым повышать риск развития аритмий [6]. Также в работе Pathak et al. (2002) у троих пациентов при лечении цеlexоксидом развилась полиморфная желудочковая тахикардия, при этом у двоих из них в анамнезе был удлиненный интервал QT [21].

При лечении НПВС назначают ингибиторы протонной помпы, которые могут вызвать гипомagneмию из-за потери магния как через почки, так и через желудочно-кишечный тракт. Вместе с тем при хронических болевых синдромах атлетам могут назначаться антидепрессанты. Наибольшее увеличение интервала QT вызывают трициклические антидепрессанты в сравнении с селективными ингибиторами обратного захвата серотонина, из которых наибольшее удлинение QT вызывает препарат циталопрам.

Еще одной группой препаратов, вызывающих нарушение электролитного баланса являются диуретики. Такие побочные эффекты, как удлинение интервала QT, зависят от дозы. Электролитные нарушения могут косвенно увеличивать риск желудочковой тахикардии [6].

Антибиотики тоже являются группой препаратов, которые вызывают удлинение QT. Такой препарат, как ципрофлоксацин (представитель группы антибиотиков фторхинолонового ряда), при сочетании нескольких факторов риска вызывает удлинение QT интервала и развитие желудочковой аритмии. Метронидазол тоже может вызывать аритмию *torsadepointes*. Азитромицин, представитель класса макролидов, удлиняет интервал QT за счет увеличения реполяризации.

Следует обратить внимание на то, что полипрагмазия увеличивает риск лекарственного взаимодействия, что, в свою очередь, может увеличить интервал QT и повысить риск развития жизнеугрожающих желудочковых аритмий. Взаимодействие препаратов может быть фармакодинамическим, при котором препараты блокируют калиевые каналы или фармакокинетическим, когда один препарат влияет на выведение другого, или смешанным фармакодинамическим — фармакокинетическим [11].

Таким образом, информация о приеме лекарственных препаратов имеет важное значение для дифференциальной диагностики врожденных и приобретенных форм удлинения интервала QT.

Диагностика синдрома удлинения QT интервала, как правило, носит ретроспективный характер после

эпизодов синкопе, остановки сердца или даже внезапной сердечной смерти. Такие сердечные события могут провоцироваться физическими упражнениями, эмоциональным состоянием или возникать во время сна.

Итальянская программа предварительного отбора, куда вошли более 34 000 спортсменов, заявила о дисквалификации 235 человек (0,69 %) на основании выявления у них удлиненного интервала QTc (0,440 мс у мужчин и 460 мс у женщин) [7].

Результаты обоих исследований могут быть интерпретированы как указывающие на более высокую распространенность LQTS у спортсменов, чем других расстройств, таких как гипертрофической кардиомиопатии, обычно участвующей в ВСС, связанной с физическими упражнениями у спортсменов [9]. Если учесть тот факт, что у 40 % людей LQTS не может быть идентифицирован на ЭКГ, распространенность LQTS может быть даже выше [19].

В исследовании не было возможности прокомментировать полезность генетического тестирования при оценке спортсменов с длинным интервалом QT, а также нельзя было использовать генотипирование для целей стратификации риска, поскольку двое из семи спортсменов отказались от теста, а у оставшихся только один тест дал положительный результат. Тем не менее результаты этого исследования убедительно доказывают, что значение QTc в 500 мс является диагностическим признаком LQTS у элитных спортсменов; последующее генотипирование может повлиять на принятие решения о продолжении занятий спортом [30].

До настоящего времени не существует способа лечения, который исключил бы риск неблагоприятного исхода у больных с LQTS. Вместе с тем существующие подходы к ведению больных позволяют устранить или значительно уменьшить частоту пароксизмов тахикардии и синкопальных приступов, снизить летальность более чем в 10 раз. Медикаментозные методы лечения можно разделить на экстренную и длительную терапию. Последняя базируется преимущественно на применении  $\beta$ -блокаторов. Профилактический эффект при их использовании достигает 80 %. Прежде всего следует устранить этиологические факторы, которые привели к удлинению интервала QT в тех случаях, где это возможно.

Должны быть отменены все препараты, способные удлинить QT-интервал. Необходима коррекция электролитов сыворотки крови, особенно калия, кальция, магния. В ряде случаев этого бывает достаточно для нормализации величины и дисперсии интервала QT и профилактики желудочковых нарушений ритма.

При назначении препарата, который может увеличивать длительность интервала QT, пациенты должны быть предупреждены о необходимости оперативно сообщать лечащему врачу о любых симптомах, могущих быть проявлениями TdP: обмороках, приступообразном, особенно вновь развившемся, сердцебиении

и предобморочном состоянии, предобморочном состоянии без сердцебиения, а также методах лечения, которые могут привести к гипокалиемии (например, гастроэнтерите или добавлении мочегонных средств). Необходимо регулярное электрокардиографическое обследование для выявления бессимптомного удлинения интервала QT > 500 мс.

$\beta$ -адреноблокаторы рекомендуются пациентам с диагнозом LQTS, без симптомов с QTc  $\geq$  470 мс и/или имеющим симптомы обморока или документально подтвержденной желудочковой тахикардии/фибрилляции желудочков (класс I). Пациенты с LQTS без симптомов с QTc  $\leq$  470 мс также могут извлечь выгоду из  $\beta$ -блокаторов терапии (класс IIa). Таким образом,  $\beta$ -блокаторы следует использовать у большинства пациентов. Следует избегать резкого прекращения приема  $\beta$ -адреноблокаторов, поскольку это может увеличить риск обострения [26].

$\beta$ -блокаторы запрещены в некоторых видах спорта, так как они могут дать конкурентное преимущество. Согласно Всемирному антидопинговому агентству (WADA),  $\beta$ -блокаторы запрещены во время соревнований по стрельбе из лука, автомобильному спорту, бильярду, дартсу, гольфу, стрельбе, некоторым лыжным/сноубордическим соревнованиям и некоторым подводным видам спорта [41].

Синдром удлиненного интервала QT — заболевание, сопряженное с высоким риском возникновения

опасных жизнеугрожающих аритмий и внезапной смерти. До 33 % детей в дебюте заболевания имеют остановку сердца, а 18 % — внезапную сердечную смерть [37], поэтому ранее выявление этого заболевания крайне актуально. Ежегодная частота ВСС при синдроме удлиненного интервала QT составляет от 0,9 % (в отсутствие синкопе) до 5 % (при наличии приступов потери сознания в анамнезе), причем более чем в половине случаев смерть наступает в возрасте до 20 лет [18].

### 1. Выводы

Актуальность изучения синдрома удлиненного интервала QT определяется, прежде всего, доказанной связью с синкопальными состояниями и внезапной сердечной смертью, на что указывают результаты многочисленных исследований, в том числе рекомендации Европейской ассоциации кардиологов. Относительно высокая частота встречаемости лекарственно-индуцированного синдрома удлиненного интервала QT и значительные трудности дифференциальной диагностики выявления этиологии LQTS увеличивают риск фатальных событий для спортсмена. Суммируя вышесказанное, профилактика LQTS должна быть направлена на устранение модифицируемых факторов риска (прием определенных ЛС, полипрагмазия), коррекцию тренировочного процесса. Также немаловажно проведение ЭКГ-скрининга у спортсменов, в том числе в динамике, с целью выявления изменений интервала QT.

### Вклад авторов:

**Юнисова Алина Саидовна** — сбор и обработка материала, написание текста статьи

**Смоленский Андрей Вадимович** — написание текста статьи, редактирование

### Authors' contributions:

**Alina S. Yunisova** — collection and processing of material, article text writing

**Andrey V. Smolensky** — article text writing, editing

### Список литературы

1. Ackerman M.J., Priori S.G., Willems S., Berul C., Brugada R., Calkins H., et al. HRS/EHRA Expert Consensus Statement on the State of Genetic Testing for the Channelopathies and Cardiomyopathies: This document was developed as a partnership between the Heart Rhythm Society (HRS) and the European Heart Rhythm Association (EHRA). *Europace*. 2011;13(8):1077–1109. <https://doi.org/10.1093/europace/eur245>
2. Ackerman M.J. Long QT syndrome and sports participation: oil and water or an acceptable and manageable combination? *JACC Clin. Electrophysiol.* 2015;1(1–2):71–73. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2015.03.009>
3. Adler A., vander Werf C., Postema P.G., Rosso R., Bhuiyan Z.A., Kalman J.M., et al. The phenomenon of 'QT stunning': The abnormal QT prolongation provoked by standing persists even as the heart rate returns to normal in patients with long QT syndrome. *Heart Rhythm*. 2012;9(6):901–908. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2012.01.026>
4. Bazett H.C. An analysis of time-relations of electrocardiograms. *Heart*. 1920;7:353–370.

### References

1. Ackerman M.J., Priori S.G., Willems S., Berul C., Brugada R., Calkins H., et al. HRS/EHRA Expert Consensus Statement on the State of Genetic Testing for the Channelopathies and Cardiomyopathies: This document was developed as a partnership between the Heart Rhythm Society (HRS) and the European Heart Rhythm Association (EHRA). *Europace*. 2011;13(8):1077–1109. <https://doi.org/10.1093/europace/eur245>
2. Ackerman M.J. Long QT syndrome and sports participation: oil and water or an acceptable and manageable combination? *JACC Clin. Electrophysiol.* 2015;1(1–2):71–73. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2015.03.009>
3. Adler A., vander Werf C., Postema P.G., Rosso R., Bhuiyan Z.A., Kalman J.M., et al. The phenomenon of 'QT stunning': The abnormal QT prolongation provoked by standing persists even as the heart rate returns to normal in patients with long QT syndrome. *Heart Rhythm*. 2012;9(6):901–908. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2012.01.026>
4. Bazett H.C. An analysis of time-relations of electrocardiograms. *Heart*. 1920;7:353–370.

5. **Border W.L., Benson D.W.** Sudden infant death syndrome and long QT syndrome: the zealots versus the naysayers. *Heart Rhythm*. 2007;4(2):167–169. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2006.12.019>
6. **Kliviñi C., Bornemann-Cimenti H.** Pain medication and long QT syndrome. *Korean J. Pain*. 2018;31(1):3–9. <https://doi.org/10.3344/kjp.2018.31.1.3>
7. **Corrado D., Basso C., Pavei A., Michieli P., Schiavon M., Thiene G.** Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. *JAMA*. 2006; 296(13):1593–1601. <https://doi.org/10.1001/jama.296.13.1593>
8. **Corrado D., Pelliccia A., Bjornstad H.H., Vanhees L., Biffi A., Borjesson M., et al.** Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. *Eur. Heart J*. 2005;26(5): 516–524. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi108>
9. **Corrado D., Basso C., Schiavon M., Thiene G.** Screening for hypertrophic cardiomyopathy in young athletes. *N. Eng. J. Med.* 1998;339(6):364–369. <https://doi.org/10.1056/NEJM199808063390602>
10. **Pelliccia A., Sharma S., Gati S., Bäck M., Börjesson M., Caselli S., et al.** 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *Eur. Heart J*. 2021;42(1):17–96. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605>
11. **Digby G.C., Perez Riera A.R., Barbosa Barros R., Simpson C.S., Redfearn D.P., Methot M., et al.** Acquired Long QT Interval: A Case Series of Multifactorial QT Prolongation. *Clin. Cardiol.* 2011;34(9):577–582. <https://doi.org/10.1002/clc.20945>
12. **Mantovani G.** Pseudohypoparathyroidism: Diagnosis and Treatment. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2011;96(10):3020–3030. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-1048>
13. **Meyer T., Ruppert V., Karatolios K., Maisch B.** Hereditary long QT syndrome due to autoimmune hypoparathyroidism in autoimmune polyendocrinopathy-candidiasis-ectodermal dystrophy syndrome. *J. Electrocardiol.* 2007;40(6):504–509. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2006.12.013>
14. **Michels G., Kochanek M., Pfister R.** Life-threatening cardiac arrhythmias due to drug-induced QT prolongation. *Med. Klin. Intensivmed. Notfmed.* 2016;111(4):302–309. <https://doi.org/10.1007/s00063-015-0071-6>
15. **Mitchell J.H., Haskell W.L., Raven P.B.** Classification of sports. *J. Am. Coll Cardiol.* 1994; 24(4):864–866. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(94\)90841-9](https://doi.org/10.1016/0735-1097(94)90841-9)
16. **Molokhia M., Pathak A., Lapeyre-Mestre M., Caturla L., Montastruc J L.** L'Association Française des Centres Régionaux de Pharmacovigilance (CRPV), ase ascertainment and estimated incidence of drug-induced long-QT syndrome: Study in Southwest France. *Br. J. Clin Pharmacol.* 2008;66(3):386–395. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2008.03229.x>
17. **Moss A.J.** Long QT syndrome. *JAMA*. 2003;289(16):2041–2044. <https://doi.org/10.1001/jama.289.16.2041>
18. **Moss A.J., Schwartz P.J., Crampton R.S., Tzivoni D., Locati E.H., MacCluer J., et al.** The long QT syndrome. Prospective longitudinal study of 328 families. *Circulation*. 1991;84(3):1136–1144. <https://doi.org/10.1161/01.cir.84.3.1136>
19. **Napolitano C., Priori S.G., Schwartz P.J., Bloise R., Ronchetti E., Nastoli J., et al.** Genetic testing in the long QT syndrome: development and validation of an efficient approach to genotyping in clinical practice. *JAMA*. 2005;294(23):2975–2980. <https://doi.org/10.1001/jama.294.23.2975>
5. **Border W.L., Benson D.W.** Sudden infant death syndrome and long QT syndrome: the zealots versus the naysayers. *Heart Rhythm*. 2007;4(2):167–169. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2006.12.019>
6. **Kliviñi C., Bornemann-Cimenti H.** Pain medication and long QT syndrome. *Korean J. Pain*. 2018;31(1):3–9. <https://doi.org/10.3344/kjp.2018.31.1.3>
7. **Corrado D., Basso C., Pavei A., Michieli P., Schiavon M., Thiene G.** Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. *JAMA*. 2006; 296(13):1593–1601. <https://doi.org/10.1001/jama.296.13.1593>
8. **Corrado D., Pelliccia A., Bjornstad H.H., Vanhees L., Biffi A., Borjesson M., et al.** Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. *Eur. Heart J*. 2005;26(5): 516–524. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi108>
9. **Corrado D., Basso C., Schiavon M., Thiene G.** Screening for hypertrophic cardiomyopathy in young athletes. *N. Eng. J. Med.* 1998;339(6):364–369. <https://doi.org/10.1056/NEJM199808063390602>
10. **Pelliccia A., Sharma S., Gati S., Bäck M., Börjesson M., Caselli S., et al.** 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *Eur. Heart J*. 2021;42(1):17–96. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605>
11. **Digby G.C., Perez Riera A.R., Barbosa Barros R., Simpson C.S., Redfearn D.P., Methot M., et al.** Acquired Long QT Interval: A Case Series of Multifactorial QT Prolongation. *Clin. Cardiol.* 2011;34(9):577–582. <https://doi.org/10.1002/clc.20945>
12. **Mantovani G.** Pseudohypoparathyroidism: Diagnosis and Treatment. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2011;96(10):3020–3030. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-1048>
13. **Meyer T., Ruppert V., Karatolios K., Maisch B.** Hereditary long QT syndrome due to autoimmune hypoparathyroidism in autoimmune polyendocrinopathy-candidiasis-ectodermal dystrophy syndrome. *J. Electrocardiol.* 2007;40(6):504–509. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2006.12.013>
14. **Michels G., Kochanek M., Pfister R.** Life-threatening cardiac arrhythmias due to drug-induced QT prolongation. *Med. Klin. Intensivmed. Notfmed.* 2016;111(4):302–309. <https://doi.org/10.1007/s00063-015-0071-6>
15. **Mitchell J.H., Haskell W.L., Raven P.B.** Classification of sports. *J. Am. Coll Cardiol.* 1994;24(4):864–866. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(94\)90841-9](https://doi.org/10.1016/0735-1097(94)90841-9)
16. **Molokhia M., Pathak A., Lapeyre-Mestre M., Caturla L., Montastruc J. L.** L'Association Française des Centres Régionaux de Pharmacovigilance (CRPV), McKeigue P. Case ascertainment and estimated incidence of drug-induced long-QT syndrome: Study in Southwest France. *Br. J. Clin Pharmacol.* 2008;66(3):386–395. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2008.03229.x>
17. **Moss A.J.** Long QT syndrome. *JAMA*. 2003;289(16):2041–2044. <https://doi.org/10.1001/jama.289.16.2041>
18. **Moss A.J., Schwartz P.J., Crampton R.S., Tzivoni D., Locati E.H., MacCluer J., et al.** The long QT syndrome. Prospective longitudinal study of 328 families. *Circulation*. 1991;84(3):1136–1144. <https://doi.org/10.1161/01.cir.84.3.1136>
19. **Napolitano C., Priori S.G., Schwartz P.J., Bloise R., Ronchetti E., Nastoli J., et al.** Genetic testing in the long QT syndrome: development and validation of an efficient approach to genotyping in clinical practice. *JAMA*. 2005;294(23):2975–2980. <https://doi.org/10.1001/jama.294.23.2975>



20. Newman D.B., Fidahussein S.S., Kashiwagi D.T., Kennel K.A., Kashani K.B., Zhen Wang, et al. Reversible cardiac dysfunction associated with hypocalcemia: a systematic review and meta-analysis of individual patient data. *Heart Fail. Rev.* 2014;19(2):199–205. <https://doi.org/10.1007/s10741-013-9371-1>
21. Pathak A., Boveda S., Defaye P., Mansourati J., Mallaret M., Thebault L., et al. Celecoxib-associated torsade de pointes. *Ann Pharmacother.* 2002;36(7–8):1290–1291. <https://doi.org/10.1345/aph.1A429>
22. Pelliccia A., Fagard R., Bjørnstad H.H., Anastassakis A., Arbustini E., Assanelli D., 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;26(14):1422–1445. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi325>
23. Priori S.G., Blomström-Lundqvist C., Mazzanti A., Blom N., Borggrefe M., Camm J., et al. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *Eur. Heart J.* 2015;36(41):2793–2867. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv316>
24. Priori S.G., Schwartz P.J., Napolitano C., Bloise R., Ronchetti E., Grillo M., et al. Risk Stratification in the Long-QT Syndrome. *N. Engl. J. Med.* 2003;348(19):1866–1874. <https://doi.org/10.1056/nejmoa022147>
25. Priori S.G., Wilde A.A., Horie M., Cho Y., Behr E.R., Berul C., et al. Executive summary: HRS/EHRA/APHRS expert consensus statement on the diagnosis and management of patients with inherited primary arrhythmia syndromes. *Heart Rhythm.* 2013;10(12):e85–e108. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2013.07.021>
26. Kim J.A., Chelu M.G. Inherited Arrhythmia Syndromes. *Tex Heart Inst J.* 2021 Sep 1;48(4):e207482. <https://doi.org/10.14503/THIJ-20-7482>
27. Nakano Y., Shimizu W. Genetics of long-QT syndrome. *J. Hum. Genet.* 2016;61(1):51–55. <https://doi.org/10.1038/jhg.2015.74>
28. Rajab A., Straub V., McCann L.J., Seelow D., Varon R., Barresi R., et al. Fatal cardiac arrhythmia and long-QT syndrome in a new form of congenital generalized lipodystrophy with muscle rippling (CGL4) due to PTRF-CAVIN mutations. *PLoS Genet.* 2010;6(3):e1000874. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1000874>
29. Roden D.M. Predicting drug-induced QT prolongation and torsades de pointes. *J. Physiol.* 2016;594(9):2459–68. <https://doi.org/10.1113/JP270526>
30. Basavarajaiah S., Wilson M., Whyte G., Shah A., Behr E., Sharma S. Prevalence and significance of an isolated long QT interval in elite athletes. *Eur. Heart J.* 2007;28(23):2944–2949. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehm404>
31. Schwartz P.J., Woosley R.L. Predicting the Unpredictable: Drug-Induced QT Prolongation and Torsades de Pointes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2016;67(13):1639–1650. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.12.063>
32. Schwartz P.J., Moss A.J., Vincent G.M., Crampton R.S. Diagnostic criteria for the long QT syndrome. An update. *Circulation.* 1993;88(2):782–784. <https://doi.org/10.1161/01.cir.88.2.782>
33. Schwartz P.J., Crotti L. QTc behavior during exercise and genetic testing for the long-QT syndrome. *Circulation.* 2011;124(20):2181–2184. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.062182>
34. Sharma S., Whyte G., Elliott P., Padula M., Kaushal R., Mahon N., McKenna W.J. Electrocardiographic changes in 1000 highly trained junior elite athletes. *Br. J. Sports Med.* 1999;33(5):319–324. <https://doi.org/10.1136/bjism.33.5.319>
20. Newman D.B., Fidahussein S.S., Kashiwagi D.T., Kennel K.A., Kashani K.B., Zhen Wang, et al. Reversible cardiac dysfunction associated with hypocalcemia: a systematic review and meta-analysis of individual patient data. *Heart Fail. Rev.* 2014;19(2):199–205. <https://doi.org/10.1007/s10741-013-9371-1>
21. Pathak A., Boveda S., Defaye P., Mansourati J., Mallaret M., Thebault L., et al. Celecoxib-associated torsade de pointes. *Ann Pharmacother.* 2002;36(7–8):1290–1291. <https://doi.org/10.1345/aph.1A429>
22. Pelliccia A., Fagard R., Bjørnstad H.H., Anastassakis A., Arbustini E., Assanelli D., 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;26(14):1422–1445. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi325>
23. Priori S.G., Blomström-Lundqvist C., Mazzanti A., Blom N., Borggrefe M., Camm J., et al. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *Eur. Heart J.* 2015;36(41):2793–2867. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv316>
24. Priori S.G., Schwartz P.J., Napolitano C., Bloise R., Ronchetti E., Grillo M., et al. Risk Stratification in the Long-QT Syndrome. *N. Engl. J. Med.* 2003;348(19):1866–1874. <https://doi.org/10.1056/nejmoa022147>
25. Priori S.G., Wilde A.A., Horie M., Cho Y., Behr E.R., Berul C., et al. Executive summary: HRS/EHRA/APHRS expert consensus statement on the diagnosis and management of patients with inherited primary arrhythmia syndromes. *Heart Rhythm.* 2013;10(12):e85–e108. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2013.07.021>
26. Kim J.A., Chelu M.G. Inherited Arrhythmia Syndromes. *Tex Heart Inst J.* 2021 Sep 1;48(4):e207482. <https://doi.org/10.14503/THIJ-20-7482>
27. Nakano Y., Shimizu W. Genetics of long-QT syndrome. *J. Hum. Genet.* 2016;61(1):51–55. <https://doi.org/10.1038/jhg.2015.74>
28. Rajab A., Straub V., McCann L.J., Seelow D., Varon R., Barresi R., et al. Fatal cardiac arrhythmia and long-QT syndrome in a new form of congenital generalized lipodystrophy with muscle rippling (CGL4) due to PTRF-CAVIN mutations. *PLoS Genet.* 2010;6(3):e1000874. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1000874>
29. Roden D.M. Predicting drug-induced QT prolongation and torsades de pointes. *J. Physiol.* 2016;594(9):2459–68. <https://doi.org/10.1113/JP270526>
30. Basavarajaiah S., Wilson M., Whyte G., Shah A., Behr E., Sharma S. Prevalence and significance of an isolated long QT interval in elite athletes. *Eur. Heart J.* 2007;28(23):2944–2949. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehm404>
31. Schwartz P.J., Woosley R.L. Predicting the Unpredictable: Drug-Induced QT Prolongation and Torsades de Pointes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2016;67(13):1639–1650. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.12.063>
32. Schwartz P.J., Moss A.J., Vincent G.M., Crampton R.S. Diagnostic criteria for the long QT syndrome. An update. *Circulation.* 1993;88(2):782–784. <https://doi.org/10.1161/01.cir.88.2.782>
33. Schwartz P.J., Crotti L. QTc behavior during exercise and genetic testing for the long-QT syndrome. *Circulation.* 2011;124(20):2181–2184. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.062182>
34. Sharma S., Whyte G., Elliott P., Padula M., Kaushal R., Mahon N., McKenna W.J. Electrocardiographic changes in 1000 highly trained junior elite athletes. *Br. J. Sports Med.* 1999;33(5):319–324. <https://doi.org/10.1136/bjism.33.5.319>



35. Straus M., Sturkenboom M.C., Bleumink G.S., Dieleman J.P., van der Lei J., de Graeff P.A., et al. Non-cardiac QTc-prolonging drugs and the risk of sudden cardiac death. *Eur. Heart J.* 2005;26(19):2007–2012. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi312>
36. Maury P., Delasnerie H., Beneyto M., Rollin A. Autonomic cardiac innervation: impact on the evolution of arrhythmias in inherited cardiac arrhythmia syndromes. *Herzschrittmacher Elektrophysiol.* 2021 Sep;32(3):308–314. English. <https://doi.org/10.1007/s00399-021-00774-3> Epub 2021 Jun 29.
37. Turan S. Current nomenclature of pseudohypoparathyroidism: inactivating parathyroid hormone / parathyroid hormone-related protein signaling disorder. *J. Clin. Res. Pediatr. Endocrinol.* 2017;9(2):58–68. <https://doi.org/10.4274/jcrpe.2017.s006>
38. Underbjerg L., Sikjaer T., Mosekilde L., Rejnmark L. Pseudohypoparathyroidism — epidemiology, mortality and risk of complications. *Clin. Endocrinol (Oxf.)*. 2016;84(6):904–911. <https://doi.org/10.1111/cen.12948>
39. Vatta M., Ackerman M.J., Ye B., Makielski J.C., Ughanze E.E., Taylor E.W., et al. Mutant caveolin-3 induces persistent late sodium current and is associated with long-QT syndrome. *Circulation.* 2006;114(20):2104–2112. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.635268>
40. Viskin S., Postema P.G., Bhuiyan Z.A., Rosso R., Kalman J.M., Vohra J.K., et al. The response of the QT interval to the brief tachycardia provoked by standing: A bedside test for diagnosing long QT syndrome. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010;55(18):1955–1961. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.12.015>
41. World Anti-Doping Agency. Prohibited List, January 2016 [Internet]. Available at: [https://www.fia.com/sites/default/files/wada-2016-prohibited-list-en\\_0.pdf](https://www.fia.com/sites/default/files/wada-2016-prohibited-list-en_0.pdf) (accessed April 24, 2016).
42. Wedekind H., Burde D., Zumhagen S., Debus V., Burkhardtmaier G., Mönnig G., Breithardt G., Schulze-Bahr E. QT interval prolongation and risk for cardiac events in genotyped LQTS-index children. *Eur. J. Pediatr.* 2009;168(9):1107–1115. <https://doi.org/10.1007/s00431-008-0896-6>
43. Zipes D.P., Ackerman M.J., Estes N.A. 3rd, Grant A.O., Myerburg R.J., Van Hare G. Task Force 7: arrhythmias. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005;45(8):1354–1363. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.02.014>
35. Straus M., Sturkenboom M.C., Bleumink G.S., Dieleman J.P., van der Lei J., de Graeff P.A., et al. Non-cardiac QTc-prolonging drugs and the risk of sudden cardiac death. *Eur. Heart J.* 2005;26(19):2007–2012. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi312>
36. Maury P., Delasnerie H., Beneyto M., Rollin A. Autonomic cardiac innervation: impact on the evolution of arrhythmias in inherited cardiac arrhythmia syndromes. *Herzschrittmacher Elektrophysiol.* 2021 Sep;32(3):308–314. English. <https://doi.org/10.1007/s00399-021-00774-3> Epub 2021 Jun 29.
37. Turan S. Current nomenclature of pseudohypoparathyroidism: inactivating parathyroid hormone / parathyroid hormone-related protein signaling disorder. *J. Clin. Res. Pediatr. Endocrinol.* 2017;9(2):58–68. <https://doi.org/10.4274/jcrpe.2017.s006>
38. Underbjerg L., Sikjaer T., Mosekilde L., Rejnmark L. Pseudohypoparathyroidism — epidemiology, mortality and risk of complications. *Clin. Endocrinol (Oxf.)*. 2016;84(6):904–911. <https://doi.org/10.1111/cen.12948>
39. Vatta M., Ackerman M.J., Ye B., Makielski J.C., Ughanze E.E., Taylor E.W., et al. Mutant caveolin-3 induces persistent late sodium current and is associated with long-QT syndrome. *Circulation.* 2006;114(20):2104–2112. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.635268>
40. Viskin S., Postema P.G., Bhuiyan Z.A., Rosso R., Kalman J.M., Vohra J.K., et al. The response of the QT interval to the brief tachycardia provoked by standing: A bedside test for diagnosing long QT syndrome. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010;55(18):1955–1961. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.12.015>
41. World Anti-Doping Agency. Prohibited List, January 2016 [Internet]. Available at: [https://www.fia.com/sites/default/files/wada-2016-prohibited-list-en\\_0.pdf](https://www.fia.com/sites/default/files/wada-2016-prohibited-list-en_0.pdf) (accessed April 24, 2016).
42. Wedekind H., Burde D., Zumhagen S., Debus V., Burkhardtmaier G., Mönnig G., Breithardt G., Schulze-Bahr E. QT interval prolongation and risk for cardiac events in genotyped LQTS-index children. *Eur. J. Pediatr.* 2009;168(9):1107–1115. <https://doi.org/10.1007/s00431-008-0896-6>
43. Zipes D.P., Ackerman M.J., Estes N.A. 3rd, Grant A.O., Myerburg R.J., Van Hare G. Task Force 7: arrhythmias. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005;45(8):1354–1363. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.02.014>

#### Информация об авторах:

**Юнисова Алина Саидовна\***, аспирант кафедры спортивной медицины ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма», 105122, Россия, Москва, Сиреневый бульвар, 4 ([yunisova.alina@yandex.ru](mailto:yunisova.alina@yandex.ru))

**Смоленский Андрей Вадимович**, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой спортивной медицины ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма», 105122, Россия, Москва, Сиреневый бульвар, 4 ([smolensky52@mail.ru](mailto:smolensky52@mail.ru))

#### Information about the authors:

**Alina S. Yunisova\*** — M.D., Graduate student of the Department of Sports Medicine, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, 4, Sirenevyy blvd., Moscow, 105122, Russia; ([yunisova.alina@yandex.ru](mailto:yunisova.alina@yandex.ru))

**Andrey V. Smolensky** — M.D., D.Sc. (Medicine), Head of the Department of Sports Medicine, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, 4, Sirenevyy blvd., Moscow, 105122 Russia; ([smolensky52@mail.ru](mailto:smolensky52@mail.ru))

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author