

С.Х. Исрафилова^{1, 2}, Т.К. Кручина², М.В. Жданова², Л.О. Клименко², Г.А. Новик²¹ ДГКБ № 5 им. Н.Ф. Филатова, Санкт-Петербург, Российская Федерация² СПбГПМУ, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Течение синдрома удлинённого интервала QT на фоне новой коронавирусной инфекции. Клинический случай

Контактная информация:

Исрафилова Сабина Хилал кызы, аспирант кафедры детских болезней им. проф. И.М. Воронцова ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России, заведующая отделением функциональной диагностики ДГКБ № 5 им. Н.Ф. Филатова

Адрес: 192289, Санкт-Петербург, ул. Бухарестская, д. 134, тел.: +7 (812) 400-04-10, e-mail: sab201794@mail.ru

Статья поступила: 10.12.2024, принята к печати: 16.02.2025

Обоснование. Синдром удлинённого интервала QT — наследственное заболевание, разновидность сердечных каналопатий, которое характеризуется обмороками и высоким риском внезапной сердечной смерти в результате возникновения полиморфной желудочковой тахикардии (ЖТ) типа «пируэт» и фибрилляции желудочков. Острая респираторная вирусная инфекция может ухудшать клиническое течение первичных электрических заболеваний сердца. **Описание клинического случая.** Пациентка, 14 лет, в ноябре 2021 г. поступила в инфекционный стационар переводом из другого стационара с положительным ПЦР-тестом на новую коронавирусную инфекцию (COVID-19) после эпизода потери сознания. Впервые обмороки были отмечены в 12 лет, но потом не рецидивировали, а в связи с пандемией COVID-19 обследование и лечение были отложены. Синкопальные состояния возобновились на фоне COVID-19. Было проведено кардиологическое обследование в инфекционном стационаре, диагностирована рецидивирующая ЖТ по типу «пируэт» на фоне удлинения интервала QT. После проведенного лечения и подбора антиаритмической терапии состояние девочки улучшилось, через 15 дней получен отрицательный ПЦР-тест на SARS-CoV-2, и пациентка была переведена в профильный стационар, где был подтвержден синдром удлинённого интервала QT и был имплантирован двухкамерный кардиовертер-дефибриллятор. **Заключение.** Клинический случай демонстрирует, что ОРВИ может привести к ухудшению клинического течения имеющихся первичных аритмий и подчеркивает важность своевременной диагностики и комплексного подхода к лечению пациентов с генетически обусловленными нарушениями ритма сердца.

Ключевые слова: синдром удлинённого интервала QT, желудочковые аритмии, острые респираторные вирусные инфекции, COVID-19, дети

Для цитирования: Исрафилова С.Х., Кручина Т.К., Жданова М.В., Клименко Л.О., Новик Г.А. Течение синдрома удлинённого интервала QT на фоне новой коронавирусной инфекции. Клинический случай. Вопросы современной педиатрии. 2025;24(1):19–25. doi: <https://doi.org/10.15690/vsp.v24i1.2863>

Sabina Kh. Israfilova¹, Tatiana K. Kruchina², Marina V. Zhdanova², Lada O. Klimenko², Gennadiy A. Novik²¹ Children's City Hospital №5 named after N.F. Filatov, Saint Petersburg, Russian Federation² Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

Long QT Syndrome Course Associated with New Coronavirus Infection. Clinical Case

Background. Long QT syndrome is hereditary disease, cardiac canalopathy variant, characterized by syncope and high risk of sudden cardiac death due to occurrence of polymorphic ventricular tachycardia (VT), torsade de pointes, and ventricular fibrillation. Acute respiratory viral infection may aggravate clinical course of primary electrical heart diseases. **Clinical case description.** 14-year-old female patient was transferred to infectious diseases hospital from another hospital with positive PCR test on new coronavirus infection (COVID-19) after loss of consciousness in November 2021. Syncope was first noted at the age of 12, however then did not recur, and their examination and treatment were postponed due to the COVID-19 pandemic. Syncopal states continued during COVID-19. Cardiac examination was performed at infectious diseases hospital: recurrent VT, torsade de pointes, was diagnosed along with QT interval prolongation. The girl's condition has improved after the treatment and selection of antiarrhythmic therapy. 15 days later negative PCR test for SARS-CoV-2 was received, and the patient was transferred to specialized hospital, where the long QT syndrome was confirmed, and dual-chamber cardioverter defibrillator was installed. **Conclusion.** This clinical case demonstrates that ARVI can aggravate the course of existing primary arrhythmia and emphasizes the crucial role of timely diagnosis and integrated approach to the management of patients with genetically determined cardiac arrhythmias.

Keywords: long QT syndrome, ventricular arrhythmia, acute respiratory viral infection, COVID-19, children

For citation: Israfilova Sabina Kh., Kruchina Tatiana K., Zhdanova Marina V., Klimenko Lada O., Novik Gennadiy A. Long QT Syndrome Course Associated with New Coronavirus Infection. Clinical Case. Voprosy sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics. 2025;24(1):19–25. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.15690/vsp.v24i1.2863>

ОБОСНОВАНИЕ

Изучение новой коронавирусной инфекции (COVID-19), пандемия которой продолжалась с декабря 2019 по май 2023 г., позволило получить ранее неизвестные данные о факторах риска манифестации различных нарушений ритма и проводимости сердца (НРС) на фоне острых респираторных вирусных инфекций (ОРВИ) [1–3]. С ОРВИ связано как появление новых аритмий, так и ухудшение уже имеющихся НРС, в том числе у пациентов с сердечными каналопатиями — первичными электрическими заболеваниями сердца [4–6].

Скрытые или хорошо контролируемые аритмии у пациентов с каналопатиями на фоне возникновения инфекционных заболеваний могут усугубляться из-за множества факторов, к которым, в первую очередь, относятся непосредственное повреждение миокарда (воспаление, ишемия, стресс), гипоксия, «цитокиновый шторм», электролитные нарушения, изменения функции ионных каналов, дисфункция вегетативной нервной системы (ВНС), эндотелиальная дисфункция, аритмогенные эффекты лекарственных препаратов (азитромицин, гидроксиклорохин, лопинавир/ритонавир и др.) [7]. В результате этих изменений возможно возникновение жизнеугрожающих аритмий (желудочковой тахикардии (ЖТ) по типу «пируэт», фибрилляции желудочков (ФЖ) и др.) у ранее бессимптомных пациентов с генетически обусловленными НРС (синдромом удлиненного интервала QT (СУИQT), синдромом Бругада, катехоламинергической ЖТ и др.), что может привести к внезапной сердечной смерти (ВСС) [7–9].

СУИQT — наследственное заболевание с высоким риском обмороков и ВСС, обусловленных возникновением полиморфной ЖТ типа «пируэт» (torsades de pointes; TdP) и ФЖ [9]. Это наиболее часто встречающаяся каналопатия у детей. Распространенность СУИQT на основании популяционного ЭКГ-скрининга новорожденных с последующим генетическим анализом составляет 1 на 2,5–3 тыс. [10]. В некоторых случаях СУИQT может протекать без потери сознания, с наличием лишь специфических изменений на ЭКГ, а также существуют случаи латентных форм, которые не обнаруживают себя в ходе рутинной диагностики [7]. С другой стороны, данный синдром характеризуется развитием злокачественных аритмий и ВСС [11].

В статье представлено описание клинического случая СУИQT у девочки 14 лет с прогрессированием клинических проявлений на фоне COVID-19.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

О пациенте

Девочка, 14 лет, поступила в ОРИТ инфекционного стационара с положительным ПЦР-тестом на новую коронавирусную инфекцию (COVID-19) в ноябре 2021 г. по переводу из другой детской больницы, куда была доставлена с закрытой черепно-мозговой травмой, полученной в результате обморока (во время падения ударились головой о батарею). При суточном мониторингировании ЭКГ (СМЭКГ), проводившемся в это же время, зарегистрирован пароксизм ЖТ длительностью 4 мин 14 с.

Анамнез болезни

Первые синкопальные состояния у девочки отмечались в возрасте 12 лет, затем их не было вплоть до 14 лет, ухудшение клинической картины началось с ноября 2021 г.: 5 повторных обмороков, преимущественно ночью, со слов отца ребенка, приступы сопровождались шумным дыханием, напряжением лица и конечностей.

Из анализа медицинской документации известно, что в ноябре 2019 г. пациентка была на амбулаторном приеме у детского кардиолога, где был заподозрен СУИQT и даны рекомендации. Со слов отца ребенка, планировалась госпитализация в профильное учреждение для определения тактики лечения, но из-за пандемии COVID-19 госпитализация была отложена. До момента поступления в инфекционный стационар ребенок бета-адреноблокаторы не получал.

При поступлении имелись результаты ряда исследований: ЭхоКГ от декабря 2019 г.: КДРЛЖ (конечный диастолический размер левого желудочка) — 47 мм, ФВЛЖ (фракция выброса левого желудочка) — 73%, патологии не выявлено. По СМЭКГ от сентября 2019 г.: скорректированный QT-интервал (QTc) — 576 мс (387–647 мс), транзиторная АВ-блокада 1-й степени (PQmax — 220 мс). Синусовая брадикардия, преимущественно в ночное время. На серии представленных ЭКГ в период с 2019 по 2021 г.: удлинение QTc до 530 мс. По СМЭКГ от ноября 2021 г.: частота сердечных сокращений (ЧСС) днем — 78–56–135 уд./мин, ночью — 60–49–88 уд./мин. Зарегистрирован пароксизм ЖТ длительностью 4 мин 14 с в 23:22, во время которого наблюдалась потеря сознания (со слов ребенка, перед потерей сознания она наклонилась, чтобы открыть диван). QTc за сутки — 551 мс (457–609 мс). Умеренная синусовая брадикардия, миграция водителя ритма по предсердиям, эпизоды замещающего предсердного ритма.

Наследственный анамнез

Дедушка девочки умер во сне в возрасте 49 лет. Со слов отца, у старшего брата (19 лет) также документально подтвержденный СУИQT, но без обмороков, от лечения бета-адреноблокаторами отказался.

Физикальная диагностика

На момент осмотра в инфекционном стационаре пациентка жаловалась на боль в горле, заложенность носа, кашель, озноб и потливость. По данным объективного осмотра: температура тела — 38,1 °C, сознание ясное, пациентка контактна, во времени и личности, в пространстве была ориентирована. Гемодинамика стабильная, артериальное давление (АД) — 99/53 мм рт. ст. ЧСС — 54 уд./мин, рост — 162 см, масса тела — 56 кг.

По данным лабораторного обследования выявлены субкомпенсированный метаболический ацидоз, снижение уровня калия крови до 3,2 ммоль/л, кальция ионизированного — до 0,65 ммоль/л. В клиническом анализе крови и коагулограмме значимых изменений не обнаружено.

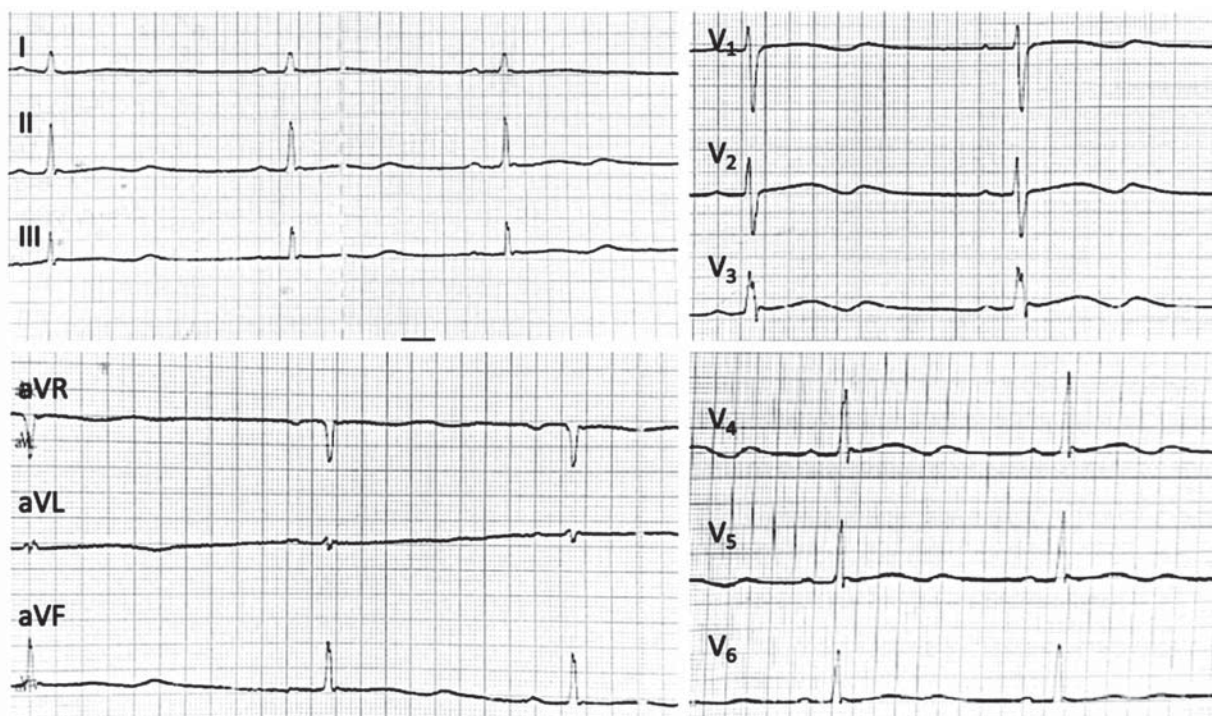
По данным ЭКГ отмечалась синусовая брадиаритмия, удлинение QT до 600 мс (QTc — 557 мс), характерная для 2-го типа СУИQT форма зубца Т (рис. 1).

По данным ЭхоКГ — без патологии.

Был проведен СМЭКГ. Представленность желудочковой экстрасистолы (ЖЭС) за сутки была небольшой — 0,47%, но имелись эпизоды частой ЖЭС в ночное время, в том числе полиморфной и парной. В 4 ч 40 мин зарегистрирован эпизод полиморфной ЖТ по типу «пируэт», после которого в течение 6 мин отмечались непродолжительные эпизоды полиморфной ЖТ на фоне частой ЖЭС, полиморфной желудочковой бигеминии (рис. 2). RRmax — 1624 мс — постэкстрасистолический интервал. Продолжительность QT увеличена (QTc ср. — 537 мс).

Рис. 1. ЭКГ при поступлении в стационар. QT = 600 мс (QTc = 557 мс)

Fig. 1. ECG at hospital admission. QT = 600 ms (QTc = 557 ms)



Источник: Исрафилова С.Х., 2024.

Source: Israfilova S.Kh., 2024.

Предварительный диагноз

Синдром удлиненного интервала QT. Новая коронавирусная инфекция, вирус идентифицирован. Закрытая черепно-мозговая травма. Сотрясение головного мозга, гематома лобной области.

Терапия в стационаре

В детской больнице, куда ребенок был доставлен после обморока, сразу была инициирована терапия пропранололом в начальной дозе 0,5 мг/кг/сут под контролем ЧСС и АД. В инфекционном стационаре в отделении реанимации было продолжено титрование пропранолола, проведена коррекция электролитных нарушений, в первую очередь, гипокалиемии. В связи с повторными приступами полиморфной ЖТ типа «пируэт» проводилось в/в введение 25% р-ра магния сульфата 50–80 мг/кг/сут. Доза пропранолола перед переводом в профильный стационар составила 1,8 мг/кг/сут, дальнейшее повышение дозы препарата было ограничено выраженной брадикардией и АВ-блокадой I ст. Также проводилась противовирусная терапия, дотация жидкости по физиологическим потребностям. После стабилизации состояния планировался перевод в профильный стационар для определения тактики дальнейшего лечения.

Динамика и исходы

В первые три дня нахождения в инфекционном стационаре приступы полиморфной ЖТ типа «пируэт» регистрировались ежедневно, далее повторялись через 1–2 дня, в основном в ночное время. Устойчивые приступы ЖТ протекали с потерей сознания, максимальная их длительность составила 2 минуты. Приступы ЖТ купировали струйным в/в введением 10 мл 25% р-ра магния

сульфата, при повторении ЖТ продолжалось капельное введение данного препарата.

На повторных СМЭКГ (через 5 и 9 дней после поступления) продолжала регистрироваться полиморфная ЖЭС и неустойчивая ЖТ (до 7 комплексов QRS) в ночное время. Сохранялось значительное удлинение QTc (QTc ср. 547–552 мс).

Через 15 дней получили отрицательный ПЦР-тест на SARS-CoV-2, и девочка была переведена в профильный стационар, где в результате молекулярно-генетического обследования выявлена мутация в гене *KCNH2* с.526C>T (*p.Arg176Trp*) и был установлен двухкамерный имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор (ИКД).

Прогноз

У ребенка сохраняется риск возникновения жизнеугрожающих желудочковых аритмий и риск ВСС, который уменьшает ИКД.

Временная шкала

Хронология развития болезни у пациента и ее ключевые события представлены на рис. 3.

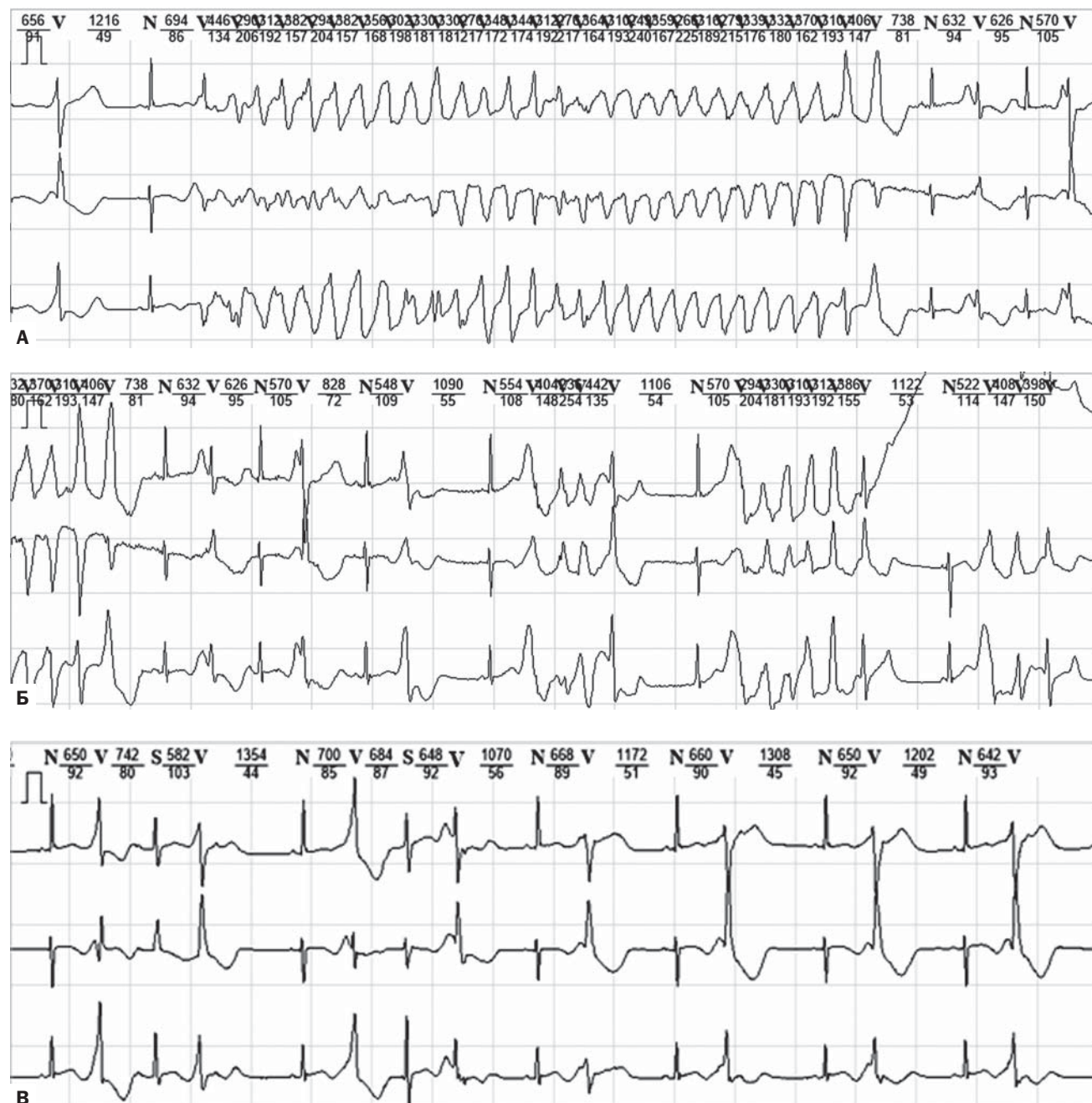
ОБСУЖДЕНИЕ

СУИQT обусловлен мутациями в генах, кодирующих альфа- и бета-субъединицы ионных каналов (калиевых, натриевых, кальциевых) мембраны кардиомиоцитов, а также специфические белки, осуществляющие внутриклеточную регуляцию ионных токов [9, 11, 12].

Второй тип СУИQT (СУИQT2), который можно предположить у пациентки, встречается в 25–30% случаев данного синдрома и вызван мутацией в гене *KCNH2* (известном также как *HERG*), кодирующем быстро акти-

Рис. 2. Фрагменты СМЭКГ: А — желудочковая тахикардия по типу «пируэт»; Б — частая ЖЭС с индукцией коротких эпизодов ЖТ по типу «пируэт»; В — частая полиморфная ЖЭС

Fig. 2. Holter monitoring fragments: А — ventricular tachycardia, torsade de pointes; В — frequent ventricular extrasystole with induction of short episodes of ventricular tachycardia, torsade de pointes; С — frequent polymorphic ventricular extrasystole



Источник: Исрафилова С.Х., 2024.

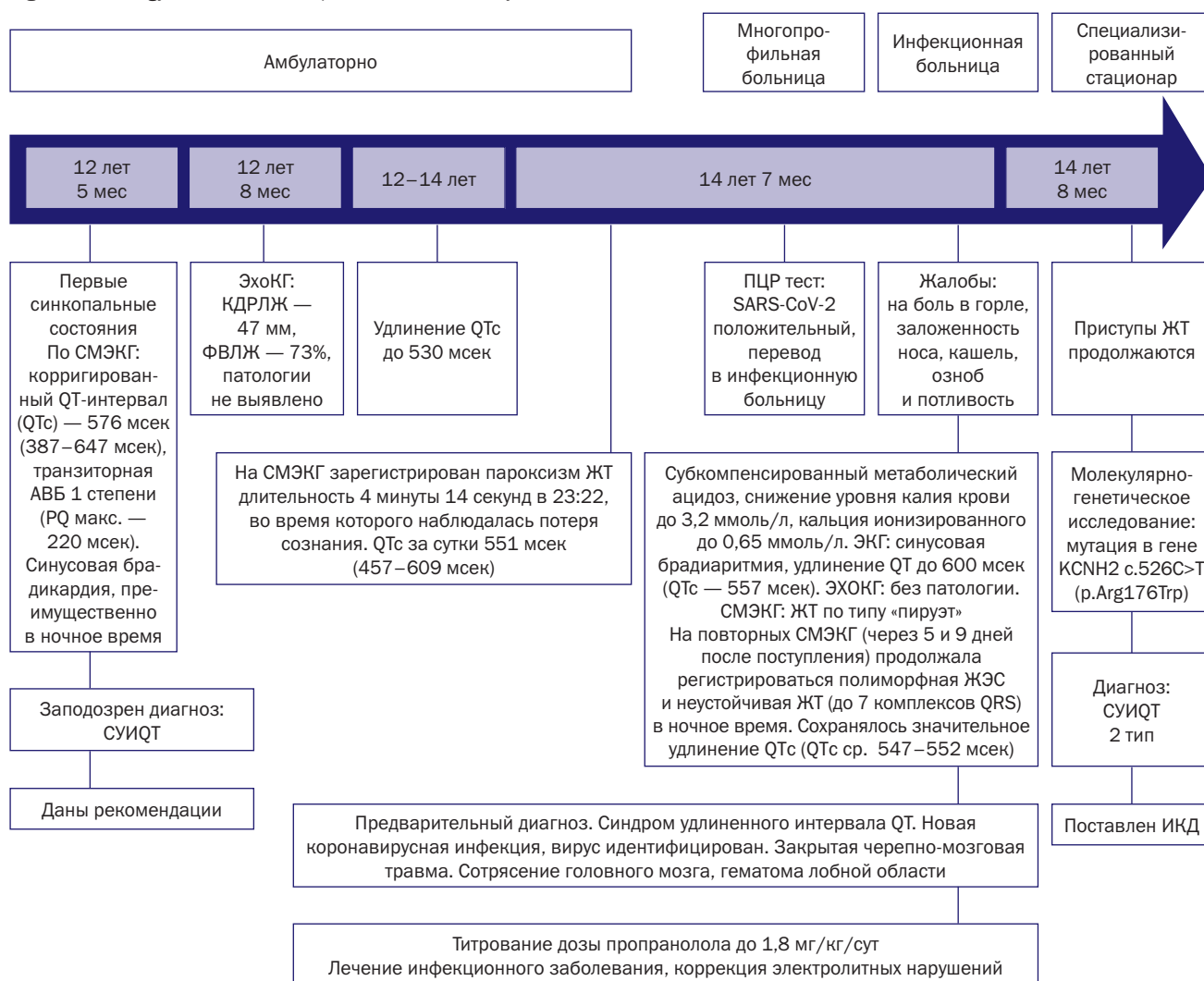
Source: Israfilova S.Kh., 2024.

вирующийся калиевый канал замедленного выпрямления (IKr) [7, 13, 14]. Мутация в гене *KCNH2*, выявленная у пациентки, считается условно патогенной, и ее роль в развитии СУИQT2 требует дальнейшего уточнения, но она описана у пациентов с удлинённым интервалом QT [15, 16]. Потеря функции канала IKr при мутациях *KCNH2* вызвана несколькими механизмами, включая аномальную обработку сигнала, генерацию нефункциональных каналов и изменённое управление каналом [9]. Как бы то ни было, вне зависимости от основного механизма результат при СУИQT2 один: происходит снижение калиевого тока в IKr, что приводит к задержке реполяризации,

удлинению потенциала действия и характерному удлинению интервала QT [7, 9, 14].

Для СУИQT2 характерен двугорбый или зазубренный низкоамплитудный зубец Т асимметричной формы, что соответствовало форме зубца Т на ЭКГ и СМЭКГ пациентки. Основными триггерами жизнеугрожающих НРС при СУИQT2 являются эмоциональный стресс, внезапный испуг / громкий звук, в особенности в состоянии покоя, и, согласно ряду исследований, — лихорадка [11, 12, 17]. У девочки обмороки чаще возникали в состоянии покоя, а ухудшение клинического течения заболевания произошло на фоне коронавирусной инфекции, сопровождающейся лихорадкой.

Рис. 3. Хронология развития болезни у ребенка и ее ключевые события
Fig. 3. Chronology of disease development in child and key events



В серии работ было показано, что ряд мутаций в гене *KCNH2* приводят к термочувствительности измененных калиевых каналов. Ток I_{Kr} снижается по причине усиленной инактивации канала на фоне гипертермии, что приводит к большей задержке реполяризации, более значительному удлинению потенциала действия и соответствующему удлинению интервала QT [9, 13, 18].

Кроме того, деполяризующие токи Na^+ и через каналы L-типа токи Ca^{2+} при высокой температуре достоверно выше, что создает дисбаланс между деполяризующими и реполяризующими токами в пользу деполяризации. Это также вносит вклад в задержку реполяризации желудочков во время лихорадки, способствуя тем самым удлинению QT и формированию ранних постдеполяризаций, которые становятся отправной точкой для желудочковых аритмий [9, 14, 18]. Обращает на себя внимание, что у ребенка на фоне коронавирусной инфекции появилась частая желудочковая экстрасистолия, которая раньше не регистрировалась. Именно после желудочковых экстрасистол (R-на-T) возникали повторные эпизоды ЖТ типа «пируэт».

Неудивительно, что пандемия COVID-19 инициировала повышенный интерес к этой проблеме — в связи с частой регистрацией более значительного удлинения QT-интервала и развития ЖТ типа «пируэт» во время лихорадки, что характерно именно для пациентов

с СУИQT2 [13]. Наряду с нарушениями в K^+ -каналах можно отметить увеличение риска манифестации наследственных аритмий при лихорадке, гипоксии и ацидозе за счет увеличения поздней активности натриевого тока в 10 раз [7, 9, 19]. Известна связь температуры и повышенного риска развития аритмий при другой опасной сердечной каналопатии — синдроме Бругада [17].

Гипокалиемия, которая была выявлена у пациентки, является мощным аритмогенным фактором из-за важной роли калия в электрофизиологии сердца. Течение COVID-19 в большинстве случаев сопровождается электролитными нарушениями. Более того, чем тяжелее форма заболевания, тем в большей степени снижаются уровни натрия, калия и кальция в сыворотке крови. Гипокалиемия у пациентов с COVID-19 возникает в результате повышения экскреции калия почками и обусловлена снижением экспрессии АПФ2 (ангиотензин-превращающего фермента 2), что приводит к повышению уровня ангиотензина II [20, 21]. Удлинение QT-интервала на фоне COVID-19 часто наблюдалось и у пациентов без подтвержденных каналопатий. Согласно данным исследования M. Silva и соавт., у 46 (39%) из 117 детей с острой формой COVID-19 имелись изменения на ЭКГ, включая аномалии реполяризации, а в 8% случаев отмечалось значительное удлинение интервала QTc, медиана которого составила 496 мс (482–531 мс) [3].

Этиопатогенез аритмий, возникающих на фоне острых респираторных вирусных инфекций, к которым относится новая коронавирусная инфекция, до конца не изучен, но можно предположить, что электролитные нарушения, изменения функции ионных каналов, гипоксия, «цитокиновый шторм», вегетативная и эндотелиальная дисфункция могут привести к нарушениям в работе сердца и стать триггерами нарушений его ритма [20–22]. Повреждение миокарда на фоне инфекции, связанное с воспалением, ишемией, гипоксией, действием катехоламинов и другими факторами, приводит к нарушению работы ионных каналов, изменению потенциала клеточных мембран, вызывая дисперсию реполяризации и предрасположенность к желудочковым аритмиям при каналопатиях [4, 22, 23]. В последние годы воспаление и изменения иммунитета все чаще называют триггерами манифестации различного рода аритмий, в первую очередь, за счет нарушений реполяризации [9]. Поэтому неудивительно, что у девочки с СУИQT резкое ухудшение клинического течения заболевания было связано именно с острой коронавирусной инфекцией.

Опасное влияние инфекций на клиническое течение каналопатий подтверждает увеличение частоты срабатываний ИКД у пациентов на фоне ОРВИ [5, 24]. В различных когортных исследованиях изучалась частота первичной постановки ИКД и его срабатываний во время эпидемии гриппа и пандемии COVID-19. В ретроспективном исследовании 163 831 пациентов, у которых были ИКД и СРТ-Д, частота желудочковых аритмий, требующих шоковой терапии, была несколько повышена в периоды умеренной активности гриппа, риск еще больше повышался в периоды высокой активности гриппа [6]. Описаны и отдельные случаи, подтверждающие данную закономерность. Так, у 22-летней пациентки с ИКД, имплантированным из-за СУИQT, на фоне инфицирования гриппом H1N1 были зафиксированы эпизоды фибрилляции желудочков, которые привели к 19 случаям ИКД-терапии [3].

Предполагалось, что на фоне COVID-19 увеличится количество обращений, но в Италии, Китае и Польше в первую волну пандемии отмечалось, наоборот, снижение количества первичной постановки ИКД за счет ограничительных мер, принятых государством [2, 5, 9, 25]. После снижения мер изоляции люди стали чаще обращаться за медицинской помощью по поводу аритмий, и число плановых постановок ИКД вернулось к показателям до пандемии COVID-19 и даже выросло [2, 5, 25].

У девочки из представленного клинического случая также были отложены обследование и подбор терапии в профильном стационаре из-за пандемии COVID-19. С учетом предполагаемого второго типа симптоматического СУИQT и длительности QTс более 500 мс у пациентки имелись показания к имплантации ИКД согласно имеющимся клиническим рекомендациям по желудочковым нарушениям ритма сердца [26]. В результате сложившихся обстоятельств терапия бета-адреноблокаторами у ребенка началась только через два года после того, как был заподозрен СУИQT, уже после повторных обмороков, связанных с жизнеопасными ЖТ типа «пируэт». Назначение пациентке с СУИQT бета-адреноблокаторов и использование 25% р-ра магнезии для купирования ЖТ и профилактики ее возникновения согласуется с клиническими рекомендациями [26].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный клинический случай иллюстрирует возникновение повторных желудочковых тахикардий по типу «пируэт» у девочки с синдромом удлиненного

интервала QT на фоне подтвержденной острой респираторной вирусной инфекции. Наблюдение за пациенткой показало, что на фоне инфекционного заболевания отмечалось более значительное удлинение QTс, а также регистрировалась частая желудочковая экстрасистолия, которая и индуцировала жизнеугрожающие ЖТ. Ухудшение клинического течения каналопатии можно связать с воздействием множества аритмогенных факторов, обусловленных острой коронавирусной инфекцией, которые приводят к более выраженным нарушениям реполяризации желудочков. Это подтверждает, что ОРВИ могут влиять на появление новых НРС и ухудшать клиническое течение имеющихся первичных аритмий. Данный случай подчеркивает важность своевременной диагностики и комплексного подхода к лечению пациентов с генетически обусловленными нарушениями ритма сердца, а также необходимость дальнейших исследований для лучшего понимания механизма воздействия инфекционного процесса на сердечно-сосудистую систему и аритмогенез.

ИНФОРМИРОВАННОЕ СОГЛАСИЕ

От родителя ребенка получено письменное информированное добровольное согласие на публикацию описания клинического случая в медицинском журнале (дата подписания: 17.12.2024).

INFORMED CONSENT

Patient's parent has signed written informed voluntary consent on the publication of clinical case description in medical journal (signed on 17.12.2024).

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Отсутствует.

FINANCING SOURCE

Not specified.

РАСКРЫТИЕ ИНТЕРЕСОВ

Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

DISCLOSURE OF INTEREST

Not declared.

ВКЛАД АВТОРОВ

С.Х. Исрафилова — обследование пациента, проведение диагностических исследований, написание текста статьи.

Т.К. Кручина — написание текста статьи, редактирование статьи.

М.В. Жданова — редактирование статьи.

Л.О. Клименко — написание текста статьи.

Г.А. Новик — редактирование статьи.

ВКЛАД АВТОРОВ

Sabina Kh. Israfilova — patient examination, diagnostic studies, manuscript writing.

Tatiana K. Kruchina — manuscript writing and editing.

Marina V. Zhdanova — manuscript editing.

Lada O. Klimenko — manuscript writing.

Gennadiy A. Novik — manuscript editing.

ORCID

С.Х. Исрафилова

<https://orcid.org/0009-0003-6155-9094>

Т.К. Кручина

<https://orcid.org/0000-0002-6865-0136>

М.В. Жданова

<https://orcid.org/0000-0001-7035-0100>

Л.О. Клименко

<https://orcid.org/0000-0003-2277-1183>

Г.А. Новик

<https://orcid.org/0000-0002-7571-5460>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Giudicessi JR, Roden DM, Wilde AAM, Ackerman MJ. Genetic susceptibility for COVID-19-associated sudden cardiac death in African Americans. *Heart Rhythm*. 2020;17(9):1487–1492. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2020.04.045>
2. Cheng CD, Zhao S, Jiang J, et al. Impact of the COVID-19 pandemic on cardiac implantable electronic device implantation in China: Insights from 2 years of changing pandemic conditions. *Front Public Health*. 2022;10:1031241. doi: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1031241>
3. Silva Marques J, Veiga A, Nóbrega J, et al. Electrical storm induced by H1N1 A influenza infection. *Europace*. 2010;12(2): 294–295. doi: <https://doi.org/10.1093/europace/eup430>
4. Березницкая В.В., Кульбачинская Е.К., Школьников М.А. Особенности клинических проявлений и эффективность антиаритмической терапии у больных с катехоламинергической полиморфной желудочковой тахикардией // *Вестник аритмологии*. — 2021. — Т.28. — №4. — С.60–62. — doi:<https://doi.org/10.15690/vsp.v23i2.2740> [Bereznitskaya VV, Kulbachinskaya EK, Shkolnikova MA. Clinical features and antiarrhythmic therapy in patients with catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia. *Journal of Arrhythmology*. 2021;28(4):62–69. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.15690/vsp.v23i2.2740>]
5. Zecchin M, Ciminello E, Mari V, et al. A global analysis of implants and replacements of pacemakers and cardioverter-defibrillators before, during, and after the COVID-19 pandemic in Italy. *Intern Emerg Med*. 2024;19(1):107–114. doi: <https://doi.org/10.1007/s11739-023-03450-1>
6. Madjid M, Connolly AT, Nabutovsky Y, et al. Effect of High Influenza Activity on Risk of Ventricular Arrhythmias Requiring Therapy in Patients With Implantable Cardiac Defibrillators and Cardiac Resynchronization Therapy Defibrillators. *Am J Cardiol*. 2019;124(1):44–50. doi: <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.04.011>
7. Sacilotto L, Olivetti NQS, Pisani CF, et al. Peculiar Aspects of Patients with Inherited Arrhythmias during the COVID-19 Pandemic. *Arq Bras Cardiol*. 2021;117(2):394–403. doi: <https://doi.org/10.36660/abc.20200391>
8. Junghetu MA, Bălăşescu E, Stratan LM, Ion DA. Pathophysiological correlations between SARS-CoV-2 and arrhythmogenesis: a literature review. *Germs*. 2024;14(1):63–76. doi: <https://doi.org/10.18683/germs.2024.1418>
9. Biel B, Skoczynski P, Hrymniak B, et al. Outcomes for patients with implanted cardioverter-defibrillators admitted to the Emergency Department due to electrical shock during the pre-pandemic and COVID-19 era. *Kardiol Pol*. 2024;82(2):156–165. doi: <https://doi.org/10.33963/v.kp.98604>
10. Синдром удлиненного интервала QT: клинические рекомендации. — Минздрав России; 2022. — 28 с. [Sindrom udlinennogo intervala QT: Clinical guidelines. Ministry of Health of Russian Federation; 2022. 28 p. (In Russ).] Доступно по: <https://legalacts.ru/doc/klinicheskie-rekomendatsii-sindrom-udlinennogo-interval-q-t-utv-minzdravom-rossii>. Ссылка активна на 18.01.2025.
11. Школьников М.А., Харлап М.С., Ильдарова Р.А. Генетически детерминированные нарушения ритма сердца // *Российский кардиологический журнал*. — 2011. — №1. — С.8–25. [Shkolnikova MA, Kharlap MS, Ildarova RA. Genetically determined cardiac arrhythmias. *Russian Journal of Cardiology*. 2011;(1):8–25. (In Russ).]
12. Lim SM, Pak HN, Lee MH, et al. Fever-induced QTc prolongation and ventricular fibrillation in a healthy young man. *Yonsei Med J*. 2011;52(6):1025–1027. doi: <https://doi.org/10.3349/ymj.2011.52.6.1025>
13. Usuda K, Hayashi K, Nakajima T, et al. Mechanisms of fever-induced QT prolongation and torsades de pointes in patients with KCNH2 mutation. *Europace*. 2023;25(6):161. doi: <https://doi.org/10.1093/europace/euad161>
14. Burashnikov A, Shimizu W, Antzelevitch C. Fever accentuates transmural dispersion of repolarization and facilitates development of early afterdepolarizations and torsade de pointes under long-QT Conditions. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2008;1(3):202–208. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.107.691931>
15. Lahtinen AM, Havulinna AS, Noseworthy PA, et al. Prevalence of arrhythmia-associated gene mutations and risk of sudden cardiac death in the Finnish population. *Ann Med*. 2013;45(4):328–335. doi: <https://doi.org/10.3109/07853890.2013.783995>
16. Donner BC, Marschall C, Schmidt KG. A presumably benign human ether-a-go-go-related gene mutation (R176W) with a malignant primary manifestation of long QT syndrome. *Cardiol Young*. 2012;22(3):360–363. doi: <https://doi.org/10.1017/S1047951111001831>
17. Michowitz Y, Milman A, Sarquella-Brugada G, et al. Fever-related arrhythmic events in the multicenter Survey on Arrhythmic Events in Brugada Syndrome. *Heart Rhythm*. 2018;15(9):1394–1401. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2018.04.007>
18. Amin AS, Klemens CA, Verkerk AO, et al. Fever-triggered ventricular arrhythmias in Brugada syndrome and type 2 long-QT syndrome. *Neth Heart J*. 2010;18(3):165–169. doi: <https://doi.org/10.1007/BF03091755>
19. Belardinelli L, Giles WR, Rajamani S, et al. Cardiac late Na⁺ current: proarrhythmic effects, roles in long QT syndromes, and pathological relationship to CaMKII and oxidative stress. *Heart Rhythm*. 2015;12(2):440–448. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2014.11.009>
20. Nabeh OA, Helaly MM, Menshawey R, et al. Contemporary approach to understand and manage COVID-19-related arrhythmia. *Egypt Heart J*. 2021;73(1):76. doi: <https://doi.org/10.1186/s43044-021-00201-5>
21. Ибрафилова С.Х., Кручина Т.К., Новик Г.А. Аритмии у детей с острыми респираторными вирусными инфекциями: распространенность и причины появления // *Вопросы современной педиатрии*. — 2024. — Т. 23. — № 4. — С. 220–228. — doi: <https://doi.org/10.15690/vsp.v23i4.2782> [Israfilova SKh, Kruchina TK, Novik GA. Arrhythmias in Children with Acute Respiratory Viral Infections: Prevalence and Causes. *Voprosy sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics*. 2024;23(4):220–228. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.15690/vsp.v23i4.2782>]
22. El-Sherif N, Turitto G, Boutjdir M. Acquired Long QT Syndrome and Torsade de Pointes. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2018;41(4): 414–421. doi: <https://doi.org/10.1111/pace.13296>
23. Rahmadhany A, Sukardi R, Nursyirwan SR, et al. Complete atrioventricular block due to multisystem inflammatory syndrome in children: a case report. *Turk J Pediatr*. 2022;64(6):1125–1129. doi: <https://doi.org/10.24953/turkjp.2022.236>
24. Ghazaryan N, Hovakimyan T. Successful management of near-constant bidirectional ventricular tachycardia in one-year-old child with COVID-19 infection: a case report. *Eur Heart J Case Rep*. 2023;7(2):ytad064. doi: <https://doi.org/10.1093/ehjcr/ytad064>
25. Zorzi A, Mattesi G, Frigo AC, et al. Impact of coronavirus disease 19 outbreak on arrhythmic events and mortality among implantable cardioverter defibrillator patients followed up by remote monitoring: a single center study from the Veneto region of Italy. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2022;23(8):546–550. doi: <https://doi.org/10.2459/JCM.0000000000001348>
26. Желудочковые нарушения ритма. Желудочковые тахикардии и внезапная сердечная смерть: клинические рекомендации. — Минздрав России; 2020. — 145 с. [Zheludochkovye narusheniya ritma. Zheludochkovye tahikardii i vnezapnaya serdechnaya smert': Clinical guidelines. Ministry of Health of Russian Federation; 2020. 145 p. (In Russ).] Доступно по: https://scardio.ru/content/Guidelines/2020/Clinic_rekom_ZHNR-unlocked.pdf. Ссылка активна на 26.01.2025.