

Симпатическая денервация — перспективный метод лечения желудочковых тахикардий у детей

Р.А. Ильдарова, М.А. Школьникова

ОСП «Научно-исследовательский клинический институт педиатрии и детской хирургии им. академика Ю.Е. Вельтищева» (Институт Вельтищева) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия

Sympathetic denervation — a promising method for treatment of ventricular tachyarrhythmia in children

R.A. Ildarova, M.A. Shkolnikova

Veltishev Research and Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery of the Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Желудочковая тахикардия — редкое, но потенциально угрожающее жизни нарушение ритма сердца. Высоким риском внезапной сердечной смерти сопровождается желудочковая тахикардия на фоне структурной патологии миокарда и у больных с сердечными каналопатиями. Распределение больных по группам в зависимости от риска развития опасной для жизни аритмии определяет выбор метода лечения.

Левосторонняя симпатэктомиа — это хирургический метод лечения, направленный на предотвращение приступов желудочковой тахикардии. Антиаритмический эффект левосторонней симпатической денервации доказан как в экспериментальных, так и в клинических исследованиях. В настоящее время методика симпатической денервации заключается в видеоассистированной симпатэктомии торакоскопическим доступом, что делает процедуру безопасной и эффективной. Применяется левосторонняя симпатэктомиа для лечения больных с желудочковой тахикардией, рецидивирующей на фоне адекватной медикаментозной терапии. Авторы рекомендуют применять левостороннюю симпатэктомию при тех вариантах каналопатий, при которых стресс служит основным доказанным провоцирующим фактором желудочковой тахикардии.

Ключевые слова: дети, желудочковая тахикардия, внезапная сердечная смерть, левосторонняя симпатэктомиа, антиадренергическая терапия.

Для цитирования: Ильдарова Р.А., Школьникова М.А. Симпатическая денервация — перспективный метод лечения желудочковых тахикардий у детей. Рос вестн перинатол и педиатр 2023; 68:(3): 5–11. DOI: 10.21508/1027-4065-2023-68-3-5-11

Ventricular tachycardia is a rare but potentially life-threatening arrhythmia. Ventricular tachycardia in patients with structural pathology and cardiac channelopathies is associated with the highest risk of sudden cardiac death. The stratification of patients depending on the risk of developing a life-threatening arrhythmia determines the choice of treatment method. Left cardiac sympathetic denervation is a surgical method of treatment aimed at preventing attacks of ventricular tachycardia. The antiarrhythmic effect of sympathetic denervation has been proven in both experimental and clinical studies. Currently, the technique of left cardiac sympathetic denervation consists of a video-assisted sympathectomy by thoracoscopic access, which makes the procedure safe and effective. Left cardiac sympathectomy is used in the treatment of patients with recurrent ventricular tachycardia despite adequate medical therapy. The authors recommend the use of left cardiac sympathectomy in those types of channelopathies, in which stress is the main proven provoking factor of ventricular tachycardia.

Key words: children, ventricular tachycardia, sudden cardiac death, left cardiac sympathectomy, anti-adrenergic therapy.

For citation: Ildarova R.A., Shkolnikova M.A. Sympathetic denervation — a promising method for treatment of ventricular tachyarrhythmia in children. Ros Vestn Perinatol i PEDIATR 2023; 68:(3): 5–11 (in Russ). DOI: 10.21508/1027-4065-2023-68-3-5-11

Желудочковая тахикардия — нарушение ритма сердца, которое относительно редко встречается в детском возрасте, но является потенциально угрожающим жизни в связи с риском развития внезапной остановки кровообращения и внезапной сердечной смерти. Желудочковая тахикардия может быть проявлением врожденного или приобретенного структурного поражения миокарда желудочков, а также

регистрируется у детей со структурно нормальным сердцем в отсутствие очевидных патоморфологических причин, так называемая идиопатическая желудочковая тахикардия [1, 2]. Важную проблему педиатрии, в частности детской кардиологии, представляет оценка риска внезапной сердечной смерти у ребенка с желудочковой тахикардией, возникшей как на фоне, так и в отсутствие структурной патологии миокарда. Непосредственным механизмом внезапной остановки сердца и внезапной сердечной смерти в большинстве случаев служит фибрилляция желудочков.

Данных о распространенности устойчивой желудочковой тахикардии на фоне структурно нормального сердца у детей недостаточно в виду отсутствия эпидемиологических и популяционных исследований нарушений ритма в этой возрастной группе. Скрининговые электрокардиографические исследо-

© Ильдарова Р.А., Школьникова М.А., 2023

Адрес для корреспонденции: Ильдарова Рукижат Абдул-Гафуровна — к.м.н., ст. науч. сотр. отдела детской кардиологии и аритмологии Научно-исследовательского клинического института педиатрии и детской хирургии им. академика Ю.Е. Вельтищева, ORCID: 0000-0002-1780-3518 e-mail: ildarova@pedklin.ru

Школьникова Мария Александровна — д.м.н., проф., гл. внештатный специалист-детский кардиолог Минздрава России, ORCID: 0000-0001-7115-0186 125412 Москва, ул. Талдомская, д. 2

вания проводились преимущественно среди школьников. Так, в работе японских исследователей установлено, что эпизоды устойчивой и неустойчивой желудочковой тахикардии регистрировалась у 0,2–0,8 на 10 тыс. детей [3]. А. Roggen и соавт. [4] оценивают распространенность устойчивой желудочковой тахикардии как 1,1 на 100 тыс. детей. В 50% случаев желудочковая тахикардия развивалась на фоне структурно нормального сердца и ассоциировалась с благоприятным прогнозом. В остальных случаях пароксизмы желудочковой тахикардии были проявлением генетически детерминированных заболеваний сердца, что и определило прогноз у пациентов; именно в этой группе были документированы летальные исходы. Таким образом, наследственные синдромы, фенотипически проявляющиеся желудочковыми аритмиями, играют особую роль с точки зрения риска внезапной сердечной смерти у детей.

Существуют две основные группы наследственных заболеваний сердца, при которых высокий риск внезапной сердечной смерти обусловлен пароксизмальной желудочковой тахикардией: кардиомиопатии и сердечные каналопатии, или первичные электрические заболевания сердца.

Распределение больных по группам в зависимости от риска развития опасной для жизни аритмии определяет выбор метода лечения. На характер течения наследственных желудочковых аритмий влияют многие факторы, в том числе морфофункциональные. Это диктует необходимость регулярного мониторинга факторов и маркеров риска с учетом периодов развития ребенка и особенно в пубертатном периоде, когда аритмические события манифестируют впервые или приобретают более тяжелое течение. Подход, основанный на выделении групп риска внезапной сердечной смерти и мониторинге индивидуальных факторов риска, должен существенно повысить эффективность профилактики внезапной сердечной смерти.

Уже в первых описаниях угрожающих жизни эпизодах аритмии у больных с наследственными заболеваниями сердца был отмечен характерный провоцирующий фактор — физический или эмоциональный стресс, что определило основной метод медикаментозной терапии бета-адреноблокаторам. В настоящее время эффективность препаратов этой группы убедительно доказана в многоцентровых исследованиях. В связи с этим в соответствии с международными и отечественными рекомендациями препараты этой группы составляют первую линию терапии у пациентов с желудочковыми аритмиями и высоким риском внезапной сердечной смерти. У пациентов с кардиомиопатиями и больных с тяжелыми формами каналопатий антиаритмическая терапия недостаточно эффективна, возможны рецидивы желудочковой тахикардии на фоне приема адекватный доз бета-адреноблокаторов. В этих случаях методом

профилактики внезапной сердечной смерти служит имплантация кардиовертера-дефибриллятора.

Имплантация кардиовертера-дефибриллятора продлевает жизнь ребенка из группы риска и служит краеугольным камнем профилактики внезапной сердечной смерти [5]. Тем не менее серьезную проблему, особенно в детском возрасте, представляют мотивированные срабатывания, т.е. эпизоды нанесения разряда кардиовертером-дефибриллятором в ответ на возникшую у больного желудочковую тахикардию или фибрилляцию желудочков для ее купирования. Так, в эру имплантируемых дефибрилляторов кардиологи столкнулись с проблемой электрического шторма, когда у больного в течение 24 ч документируют три и более эпизодов желудочковой тахикардии или фибрилляции желудочков, повлекшие за собой мотивированное срабатывание [6, 7]. Электрический шторм отражает неблагоприятный прогноз основного заболевания и высокий риск летального исхода [8, 9]. Множественные мотивированные срабатывания снижают качество жизни больных, у детей развивают психологические проблемы, страх смерти. Физическая боль от срабатываний дефибриллятора и эмоциональный стресс у больных со стресс-индуцируемой желудочковой тахиаритмией усугубляют электрическую нестабильность и рецидивы эпизодов аритмии.

Таким образом, по мере накопления опыта лечения детей с угрожающими жизни желудочковыми аритмиями в кардиологическом педиатрическом сообществе сформировался запрос на дополнительный к антиаритмической терапии инструмент контроля ритма сердца. Симпатическая денервация и, в частности, удаление левого звездчатого ганглия, была теоретически обоснована и успешно внедрена в начале нулевых годов XXI века в качестве метода терапии именно для детей с наиболее тяжелыми формами желудочковых тахиаритмий, в том числе резистентных к медикаментозной терапии [10–12]. В настоящее время левосторонняя симпатэктомия применяется при лечении больных с такими сердечными каналопатиями, как синдром удлинённого интервала $Q-T$ и катехоламинергическая полиморфная желудочковая тахикардия, при которых бета-адреноблокаторы недостаточно эффективны или противопоказаны [5, 13].

Симпатическая иннервация сердца

Вегетативная нервная система регулирует деятельность сердца, при этом симпатический и парасимпатический отделы оказывают противоположное влияние. Регуляция осуществляется на уровнях внутри- и внесердечных ганглиев, спинного и головного мозга. Преганглионарные эфферентные нейроны симпатической нервной системы, иннервирующие миокард, расположены в сером веществе 5–6 верхних грудных сегментов спинного мозга. Их аксоны формируют преганглионарные волокна и заканчива-

ются в симпатическом стволе на уровне от VII шейного до IV грудного позвонков и включают средние шейные ганглии, звездчатый (шейно-грудной ганглий) и I–IV грудные ганглии. Последний шейный (CV_{III}) и первый грудной (Th_I) ганглии справа и слева сливаются, формируя правый и левый звездчатые ганглии. В этих ганглиях находятся постганглионарные нейроны и происходит синаптическая передача от пре- к постганглионарным волокнам посредством нейромедиатора ацетилхолина, который активирует никотиновый ацетилхолиновый рецептор на мембране постганглионарного нейрона. Далее от постганглионарных волокон на мембрану кардиомиоцитов синаптическая передача осуществляется посредством нейромедиатора норадреналина через бета-адренорецепторы в кардиомиоцитах. Активация постганглионарных симпатических нейронов оказывает положительный хроно- и инотропный эффекты.

Синусовый и атриовентрикулярный узлы, расположенные в предсердиях сердца, иннервируются преимущественно парасимпатическими волокнами, тогда как миокард желудочков находится под влиянием симпатической нервной системы. В здоровом сердце симпатическая стимуляция способствует укорочению потенциала действия и снижает трансмуральную дисперсию процесса реполяризации миокарда. В условиях патологически измененного миокарда при кардиомиопатии или сердечной каналопатии именно симпатическая стимуляция провоцирует развитие желудочковой тахикардии [14]. Проаритмический эффект повышенного симпатического тонуса и кардиопротективный эффект повышенных парасимпатических влияний были отмечены впервые у больных со стенокардией или инфарктом миокарда на фоне ишемической болезни сердца в начале XX века. Тогда же была выполнена первая симпатэктомия для профилактики рецидива желудочковой тахикардии у больного, перенесшего инфаркт миокарда. В дальнейшем в экспериментах со стимуляцией звездчатого ганглия было продемонстрировано снижение порога фибрилляции желудочков, особенно выраженное в условиях ишемизированного миокарда. Кроме того, при исследовании тканей сердца у пациентов, перенесших фибрилляцию желудочков, отмечалась повышенная плотность симпатических нервных окончаний на границе нормального миокарда и зоны рубцовых изменений [15].

Высвобождение норадреналина при симпатической стимуляции крайне негетерогенный процесс, что приводит к увеличению степени дисперсии потенциала действия кардиомиоцитов и создает условия для развития желудочковой тахикардии по механизму re-entry [16]. Кроме того, стимуляция бета-адренорецепторов способствует увеличению амплитуды ранних и поздних постдеполяризаций.

Это провоцирует развитие желудочковой тахикардии по механизму триггерной активности у пациентов с самыми распространенными в детском возрасте сердечными каналопатиями — синдромом удлиненного интервала QT и катехоламинергической полиморфной желудочковой тахикардией [17]. Таким образом, активация симпатической нервной системы приводит к снижению порога фибрилляции желудочков как при органическом поражении миокарда, так и при структурно нормальном сердце.

Этапы внедрения левосторонней симпатэктомии в кардиологическую клиническую практику

Впервые опыт симпатэктомии был опубликован в 1920 г. У пациента со стенокардией и желудочковой тахикардией с помощью этого метода лечения удалось успешно справиться со стенокардией, купировав болевой синдром, и предупредить рецидивы желудочковой тахикардии [10]. В 1960-е годы удаление, в том числе двустороннее, звездчатых ганглиев и/или верхних грудных симпатических ганглиев успешно применялось у пациентов с резистентной к антиаритмическим препаратам желудочковой тахикардией [18, 19].

На основании теории, согласно которой симпатический дисбаланс служит патофизиологическим механизмом развития желудочковой тахикардии, при синдроме удлиненного интервала $Q-T$ была предложена медикаментозная терапия бета-адреноблокаторами, которая по настоящее время остается базисной для этих больных. Однако почти у 30% из них на фоне терапии сохраняются рецидивы синкопе на фоне терапии, а у 10% больных развивается внезапная остановка кровообращения или внезапная сердечная смерть. Кроме того, некоторые больные имеют непереносимость или противопоказания к назначению бета-адреноблокаторов, а единичные больные демонстрируют низкую приверженность к медикаментозной терапии, что особенно актуально для подросткового возраста. Во всех этих случаях было предложено усилить антиадренергическую терапию с помощью левосторонней симпатэктомии.

Первые клинические случаи с описанием левосторонней симпатэктомии у больных с синдромом удлиненного интервала $Q-T$ были опубликованы в 70-х годах прошлого века [11]. В 1991 г. P.J. Schwartz и соавт. [20] проанализировали эффективность левосторонней симпатэктомии в группе из 85 больных, средний возраст которых составил 20 ± 13 лет. Процедура проводилась тремя способами: удаляли либо полностью левый звездчатый ганглий, либо левый звездчатый ганглий вместе с первым четвертым или пятым грудными ганглиями, либо нижнюю половину звездчатого ганглия в сочетании грудными ганглиями. Последний вариант был наиболее предпочтителен, так как обеспечивал адекватную денервацию. В то же время при этом значительно снижался риск развития

такого последствия от процедуры, как синдром Горнера, который возникает при повреждении верхней части звездчатого ганглия и проявляется триадой симптомов (птоз, миоз, энофтальм). У 53% больных после операции желудочковая тахикардия не рецидивировала, достоверно сокращалась продолжительность интервала $Q-T$, у 11% больных — до нормы. Таким образом, на группе больных с тяжелым течением заболевания (частые рецидивы синкопе на фоне терапии бета-адреноблокатором) был продемонстрирован положительный эффект левосторонней симпатэктомии в виде достоверного сокращения числа эпизодов аритмии. Спустя 13 лет та же группа авторов описала результат наблюдения 147 больных, из которых 33% были генетически обследованы. Вновь было убедительно продемонстрировано снижение не только частоты развития синкопальных состояний у больных на 91%, но и эпизодов внезапной остановки кровообращения и числа мотивированных срабатываний у больных с имплантированным кардиовертером-дефибриллятором на 95% [21]. Среди генотипированных больных наиболее эффективна симпатэктомия была при I и III молекулярно-генетических вариантах синдрома удлиненного интервала $Q-T$, но относительно небольшое число наблюдений не позволило сделать однозначный вывод о терапевтическом потенциале симпатэктомии при других генетических вариантах заболевания.

Возможность контролировать желудочковые аритмии с помощью симпатической денервации у больных с катехоламинергической полиморфной желудочковой тахикардией была первоначально продемонстрирована на примере 3 пациентов молодого возраста, у которых желудочковая тахикардия регистрировалась при стресс-тесте несмотря на адекватную терапию бета-адреноблокаторами [22]. В 2015 г. были проанализированы данные 63 больных с катехоламинергической желудочковой тахикардией из разных стран, в том числе из РФ, которым симпатэктомия была выполнена в возрасте от 11 до 17 лет (средний возраст на период операции составил 15 лет). В этом исследовании было показано, что левосторонняя симпатэктомия не только значительно снижает частоту развития эпизодов аритмии, но и улучшает качество жизни. Это крайне важный аспект в ведении подростков с рецидивирующими потенциально летальными приступами, так как такие подростки испытывают страх смерти и их эмоциональное состояние усугубляет тяжесть течения заболевания.

Таким образом, первоначально антифибрилляторный эффект симпатической денервации продемонстрирован у пациентов с перенесенным инфарктом миокарда. Затем публикации клинических случаев и описание групп из десятков пациентов с сердечными каналапатиями подтвердили эффек-

тивность левосторонней симпатэктомии в профилактике рецидивов желудочковой тахикардии.

Левосторонняя симпатэктомия: современные подходы и область применения

Симпатическая блокада оказывает направленный антиаритмический эффект, удлиняя рефрактерный период желудочков, повышая порог фибрилляции желудочков сердца и предотвращая триггерную активность. При этом не снижаются частота сердечных сокращений и систолическая функция миокарда. Блокада осуществляется на преганглионарном уровне, поэтому иннервация со временем не восстанавливается и достигается продолжительный эффект.

Метод проведения левосторонней симпатэктомии со временем изменился. Ограничения первоначального подхода заключались в том, что удаляли неопределенное число ганглиев, из-за чего не удавалось после первой же процедуры достичь устойчивого эффекта, и некоторым пациентам пришлось подвергнуться второй и третьей операции. В настоящее время показано, что устойчивый эффект достигается в результате одномоментного удаления нижней половины звездчатого ганглия и 1–4 грудных симпатических ганглиев. Решение о правосторонней симпатэктомии может быть принято дополнительно для достижения большего терапевтического эффекта после оценки результата левосторонней симпатэктомии. По данным специализированных аритмологических центров, имеющих наибольший опыт симпатэктомии у больных с сердечными каналапатиями, двусторонняя симпатическая денервация проводилась в единичных случаях пациентам молодого возраста и всегда ей предшествовала левосторонняя симпатэктомия. По мере накопления наблюдений будет проведен анализ отдаленных результатов двусторонней симпатэктомии в терапии желудочковой тахикардии и сформулированы показания к ее применению.

Доступ к ганглиям первоначально осуществлялся через надключичный разрез, в связи с чем был риск повреждения надключичной артерии. Надключичный доступ не позволял в полной мере визуализировать зону интереса. При гистологическом исследовании удаленных тканей в послеоперационном периоде в некоторых случаях не обнаруживалось нервных волокон либо при повторной операции обнаруживалось неполное удаление грудных ганглиев, что объясняло недостаточную эффективность операции.

Методика видеоассистированной торакоскопической симпатэктомии была отработана, широко применяется и продемонстрировала свою безопасность у пациентов с гипергидрозом. Торакоскопический доступ позволяет хорошо визуализировать цепочку ганглиев и провести денервацию в полном объеме за короткий промежуток времени. В 2000 г. P.R. Reardon и соавт. [23] представили опыт успешно проведенной видеоассистированной торакоскопи-

ческой симпатэктомии 6-летней девочке, а в 2003 г. J. Li и соавт. [12] опубликовали свой положительный опыт уже применительно к 4 больным с синдромом удлиненного интервала $Q-T$ и рецидивирующими синкопальными состояниями. Интра- и послеоперационных осложнений у пациентов не было.

В дальнейшем в публикациях, посвященных видеоассистированной торакоскопической симпатэктомии, также отмечалась низкая частота развития хирургических осложнений, что свидетельствует о безопасности данного подхода [24, 25]. В послеоперационном периоде у пациентов при осмотре отмечается более теплая и сухая левая ладонь по сравнению с правой вследствие прерывания симпатических волокон, в единичных случаях отмечается асимметричное покраснение тела после физической нагрузки или пребывания на морозе. Благодаря частичной резекции звездчатого ганглия синдром Горнера не развивается, лишь у 3–4% пациентов отмечается незначительный птоз левого века.

В международных консенсусах и рекомендациях по профилактике внезапной сердечной смерти до 2015 г. левосторонняя симпатэктомия относилась к Па классу рекомендаций и могла рассматриваться в качестве дополнительного этапа терапии для больных с синдромом удлиненного интервала $Q-T$ и катехоламинергической полиморфной желудочковой тахикардией с рецидивирующими синкопе или мотивированными срабатываниями на фоне адекватной терапии бета-адреноблокатором. К 2017 г. накопилось достаточное число публикаций о высокой эффективности и безопасности этого метода лечения, что послужило основанием для повышения класса рекомендаций до I [5]. Тогда же впервые упоминалось о возможности применения левосторонней симпатэктомии в качестве альтернативы имплантации кардиовертера-дефибрилятора (II класс рекомендаций) у больных с недостаточной эффективностью или плохой переносимостью бета-адреноблокаторов. T. Niaz и соавт. [24] проанализировали характер течения синдрома удлиненного интервала $Q-T$ у 204 больных после левосторонней симпатэктомии, в том числе у 64 больных с плохой переносимостью бета-адреноблокаторов в качестве монотерапии. За период наблюдения, составивший в среднем 3 года, только у 3 пациентов развилась желудочковая тахикардия, в то время как у 93% симптомов аритмии не наблюдалось до окончания исследования в течение 8 лет после операции. Учитывая, что рецидивы эпизодов аритмии у пациентов детского возраста нередко возникали на фоне пропуска в приеме бета-адреноблокатора и низкой приверженности к антиаритмической терапии в подростковом возрасте, левосторонняя симпатэктомия может рассматриваться как альтернативный эффективный и безопасный метод антиадренергической терапии у больных данной категории.

Опыт применения левосторонней и двусторонней симпатэктомии в терапии резистентных желудочковых тахикардий у больных со структурными заболеваниями сердца, включая кардиомиопатии и миокардиты, или с идиопатической фибрилляцией желудочков ограничен единичными наблюдениями [13, 25]. В исследования включались традиционно пациенты с тяжелым течением заболевания, характеризовавшимся высокой частотой рецидивов желудочковой тахикардии. Тем не менее у большинства больных удалось добиться полной ремиссии, а в остальных случаях количество рецидивов и мотивированных срабатываний дефибрилятора достоверно снижалось. Несмотря на небольшое число наблюдений, полученные результаты выглядят многообещающе и симпатическую денервацию следует учитывать в качестве терапевтического ресурса при лечении пациентов с рефрактерными злокачественными желудочковыми тахикардиями у детей со структурной патологией сердца.

Заключение

Современные клинические рекомендации по предупреждению внезапной сердечной смерти и желудочковых тахикардий констатируют необходимость применения левосторонней симпатэктомии у больных с синдромом удлиненного интервала $Q-T$ и катехоламинергической полиморфной желудочковой тахикардией с рецидивами аритмий, несмотря на адекватную медикаментозную терапию. Современное понимание механизмов желудочковой тахикардии при различных молекулярно-генетических вариантах каналопатий мотивирует нас на расширение показаний к применению данного метода лечения не только в качестве симптоматической, как он применяется сейчас, но и патогенетической терапии. В большинстве случаев к левосторонней симпатэктомии прибегали при частых рецидивах желудочковой тахикардии, резистентных к медикаментозной терапии. При этом отмечалось статистически значимое снижение частоты развития эпизодов аритмии, а у ряда больных удалось добиться полной ремиссии. Однако у небольшого числа пациентов сохранялись приступы угрожающей жизни аритмии, в том числе с исходом во внезапную остановку кровообращения и внезапную сердечную смерть. Клинический опыт свидетельствует, что своевременное начало антиаритмической терапии отодвигает возраст манифестации угрожающих жизни аритмий у больных с тяжелыми формами заболевания и способствует тому, чтобы бессимптомное до начала терапии течение заболевания оставалось таковым. Соответственно более агрессивная антиадренергическая терапия у больных из группы высокого риска целесообразна еще до манифестации развернутой клинической картины.

В настоящее время на основании накопленного клинического опыта предлагается шире применять левостороннюю симпатэктомию при определенных генетических вариантах каналопатий, таких как молекулярно-генетический вариант синдрома удлиненного интервала $Q-T$ или катехоламинергическая полиморфная желудочковая тахикардия, при которых стресс служит основным доказанным провоцирующим фактором желудочковой тахикардии. Кроме того, с внедрением электрокардиографического скрининга в детской

популяции и увеличения знаний педиатров, неонатологов, детских кардиологов и неврологов о сердечных каналопатиях будет увеличиваться число пациентов раннего возраста из группы высокого риска, у которых имплантация кардиовертера-дефибриллятора технически сложна и сопровождается частыми осложнениями. В таких случаях левосторонняя симпатэктомию особенно необходима, так как может стать альтернативой имплантации кардиовертера – дефибриллятора, либо позволит существенно сдвинуть сроки.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Школьников М.А., Ильдарова Р.А. Современные подходы к лечению наследственных жизнеугрожающих аритмий у детей. Педиатрия им. Г.Н. Сперанского 2018; 97(3): 133–141. [Shkolnikova M.A., Ildarova R.A. Modern approaches to hereditary life-threatening arrhythmias treatment in children. *Pediatriya im. G.N. Speranskogo* 2018; 97(3): 133–141. (in Russ.)]
2. Леонтьева И.В., Макарова В.А., Термосесов С.А. Синкопальные состояния у детей с гипертрофической кардиомиопатией. Российский вестник перинатологии и педиатрии 2014; 59(6): 57–65. [Leontyeva I.V., Makarova V.A., Termososov S.A. Syncope in children with hypertrophic cardiomyopathy. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Peditrii* 2014; 59(6): 57–65. (in Russ.)] DOI: 10.21508/1027–4065–2014–59–6–35–49
3. Iwamoto M., Niimura I., Shibata T., Yasui K., Takigiku K., Nishizawa T. et al. Long-term course and clinical characteristics of ventricular tachycardia detected in children by school-based heart disease screening. *Circ J* 2005; 69(3): 273–276. DOI: 10.1253/circj.69.273. PMID: 15731530
4. Roggen A., Pavlovic M., Pfammatter J.P. Frequency of spontaneous ventricular tachycardia in a pediatric population. *Am J Cardiol* 2008; 101(6): 852–854. DOI: 10.1016/j.amjcard.2007.10.047
5. Zeppenfeld K., Tfelt-Hansen J., de Riva M., Winkel B.G., Behr E.R., Blom N.A., et al. ESC Scientific Document Group. 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *Eur Heart J* 2022; 43(40): 3997–4126. DOI: 10.1093/eurheartj/ehac262
6. Hohnloser S.H., Al-Khalidi H.R., Pratt C.M., Brum J.M., Tatla D.S., Tchou P., Dorian P.; Shock Inhibition Evaluation with AzimiLiDe (SHIELD) Investigators. Electrical storm in patients with an implantable defibrillator: incidence, features, and preventive therapy: insights from a randomized trial. *Eur Heart J* 2006; 27(24): 3027–3032. DOI: 10.1093/eurheartj/ehl276
7. Sagone A. Electrical Storm: Incidence, Prognosis and Therapy. *J Atr Fibrillation* 2015; 8(4): 1150. DOI: 10.4022/jafib.1150
8. Proietti R., Labos C., Davis M., Thanassoulis G., Santangeli P., Russo V. et al. A systematic review and meta-analysis of the association between implantable cardioverter-defibrillator shocks and long-term mortality. *Can J Cardiol* 2015; 31(3): 270–277. DOI: 10.1016/j.cjca.2014.11.023
9. Germano J.J., Reynolds M., Essebag V., Josephson M.E. Frequency and causes of implantable cardioverter-defibrillator therapies: is device therapy proarrhythmic? *Am J Cardiol* 2006; 97(8): 1255–1261. DOI: 10.1016/j.amjcard.2005.11.048
10. Jonesco T. Traitement chirurgical de l'angine de poitrine par la résection du sympathique cervico-thoracique. *Bull Acad de Med* 1920; 84: 93.
11. Moss A.J., McDonald J. Unilateral cervicothoracic ganglionectomy for the treatment of long QT interval syndrome. *N Engl J Med* 1971; 285: 903–904. DOI: 10.1056/NEJM197110142851607
12. Li J., Wang L., Wang J. Video-assisted thoracoscopic sympathectomy for congenital long QT syndromes. *Pacing Clin Electrophysiol* 2003; 26(4 Pt 1): 870–873. DOI: 10.1046/j.1460–9592.2003.t01–1–00152.x
13. Vaseghi M., Barwad P., Malavassi Corrales F.J., Tandri H., Mathuria N., Shah R. et al. Cardiac Sympathetic Denervation for Refractory Ventricular Arrhythmias. *J Am Coll Cardiol* 2017; 69(25): 3070–3080. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.04.035
14. Shen M.J., Zipes D.P. Role of the autonomic nervous system in modulating cardiac arrhythmias. *Circ Res* 2014; 114(6): 1004–1021. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.113.302549
15. Cao J.M., Fishbein M.C., Han J.B., Lai W.W., Lai A.C., Wu T.J. et al. Relationship between regional cardiac hyperinnervation and ventricular arrhythmia. *Circulation* 2000; 101(16): 1960–1969. DOI: 10.1161/01.cir.101.16.1960
16. Dusi V., De Ferrari G.M., Pugliese L., Schwartz P.J. Cardiac Sympathetic Denervation in Channelopathies. *Front Cardiovasc Med* 2019; 6: 27. DOI: 10.3389/fcvm.2019.00027
17. Charpentier F., Drouin E., Gauthier C., Le Marec H. Early after-depolarizations and triggered activity: mechanisms and autonomic regulation. *Fundam Clin Pharmacol* 1993; 7(1): 39–49. DOI: 10.1111/j.1472–8206.1993.tb00216.x
18. Estes E.H.Jr., Izlar H.R.Jr. Recurrent ventricular tachycardia. A case successfully treated by bilateral cardiac sympathectomy. *Am J Med* 1961; 31: 493–497. DOI: 10.1016/0002–9343(61)90132–2
19. Zipes D.P., Festoff B., Schaal S.F., Cox C., Sealy W.C., Wallace A.G. Treatment of ventricular arrhythmia by permanent atrial pacemaker and cardiac sympathectomy. *Ann Intern Med* 1968; 68: 591–597. DOI: 10.7326/0003–4819–68–3–591
20. Schwartz P.J., Locati E., Moss A., Crampton R.S., Trazzi R., Ruberti U. Left cardiac sympathetic denervation in therapy of congenital long QT syndrome. A worldwide report. *Circulation* 1991; 84: 503–511. DOI: 10.1161/01.cir.84.2.503
21. Schwartz P.J., Priori S.G., Cerrone M., Spazzolini C., Odero A., Napolitano C. et al. Left cardiac sympathetic denervation in the management of high-risk patients affected by the long QT syndrome. *Circulation* 2004; 109: 1826–1833. DOI: 10.1161/01.CIR.0000125523.14403.1E
22. Wilde A.A., Bhuiyan Z.A., Crotti L., Facchini M., De Ferrari G.M., Paul T. et al. Left cardiac sympathetic denervation for catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia. *N Engl J Med* 2008; 358(19): 2024–2029. DOI: 10.1056/NEJMoa0708006
23. Reardon P.R., Matthews B.D., Scarborough T.K., Preciado A., Marti J.L., Conklin L.D. et al. Left thoracoscopic sympathectomy

- tomy and stellate ganglionectomy for treatment of the long QT syndrome. *Surg Endosc* 2000; 4(1): 86. DOI: 10.1007/s004649901209
24. Niaz T., Bos J.M., Sorensen K.B., Moir C., Ackerman M.J. Left Cardiac Sympathetic Denervation Monotherapy in Patients With Congenital Long QT Syndrome. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2020; 13(12): e008830. DOI: 10.1161/CIRCEP.120.008830
25. Coleman M.A., Bos J.M., Johnson J.N., Owen H.J., Deschamps C., Moir C., Ackerman M.J. Videoscopic left cardiac sympathetic denervation for patients with recurrent ventricular fibrillation/malignant ventricular arrhythmia syndromes besides congenital long-QT syndrome. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2012; 5(4): 782–788. DOI: 10.1161/CIRCEP.112.971754

Поступила: 13.05.23

Received on: 2023.05.13

Конфликт интересов:

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить.

Conflict of interest:

The authors of this article confirmed the lack of conflict of interest and financial support, which should be reported.