

Алгоритм топической электрокардиографической диагностики желудочковых аритмий у детей

О.В. Елисеева, М.А. Школьников, В.В. Березницкая, С.А. Термосесов, И.А. Ковалев

ОСП «Научно-исследовательский клинический институт педиатрии имени академика Ю.Е. Вельтищева» ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ, Москва, Россия

An algorithm for topical electrocardiographic diagnosis of ventricular arrhythmias in children

O.V. Eliseeva, M.A. Shkolnikova, V.V. Bereznitskaya, S.A. Termosov, I.A. Kovalev

Academician Yu.E. Veltishchev Research Clinical Institute of Pediatrics, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

Для создания алгоритма топической диагностики проведен анализ поверхностной ЭКГ 243 детей (из них 139 мальчиков) с желудочковой аритмией. Возраст детей составил от 5 до 17 лет (средний возраст $13,4 \pm 3,1$ года). Выявленные ЭКГ-особенности были сопоставлены с результатами эндокардиального картирования и радиочастотной абляции. На основании наиболее информативных критериев разработан алгоритм ЭКГ-диагностики желудочковых аритмий у детей, позволяющий определить локализацию очага аритмии до проведения интервенционного лечения. Наиболее информативными ЭКГ-характеристиками для топической диагностики желудочковых аритмий у детей являлись: морфология *QRS* комплекса в V_1 отведении и длительность *QRS* комплекса в V_2 отведении. В качестве дополнительных характеристик предложено использовать: морфологию *QRS* комплекса в I отведении, длительность *QRS* комплекса во II отведении, амплитуду зубца *R* в III отведении и соотношение амплитуд зубцов *R/S* в V_3 отведении. Алгоритм ЭКГ-диагностики желудочковых аритмий у детей позволяет с точностью до 90 % предположить локализацию аритмогенного очага и проводить направленное эндокардиальное картирование, что уменьшает длительность процедуры радиочастотной абляции и обеспечивает снижение рентгенологической нагрузки на ребенка и персонал.

Ключевые слова: дети, желудочковая аритмия, электрокардиография, внутрисердечное электрофизиологическое исследование, радиочастотная абляция.

Для цитирования: Елисеева О.В., Школьников М.А., Березницкая В.В., Термосесов С.А., Ковалев И.А. Алгоритм топической электрокардиографической диагностики желудочковых аритмий у детей. Рос вестн перинатол и педиатр 2017; 62: (1): 60–68. DOI: 10.21508/1027–4065–2017–62–1–60–68

To develop a topical diagnostic algorithm, the authors analyzed surface ECG in 243 children, including 139 boys, with ventricular arrhythmia. The children's age was 5 to 17 years (mean 13.4 ± 3.1 years). The found ECG features were compared with the results of endocardial mapping and radiofrequency ablation. Based on the most informative criteria, the authors developed an algorithm for the ECG diagnosis of ventricular arrhythmias in children, which could locate the arrhythmia focus prior to interventional treatment. The most informative electrocardiographic characteristics for the topical diagnosis of ventricular arrhythmias in children were the morphology of the QRS complex in lead V_1 and its duration in lead V_2 . The morphology of the QRS complex in lead I, its duration in lead II, the amplitude of the R wave in lead III, and the ratio of R/S wave amplitudes in lead V_3 were proposed to be used as additional characteristics. The algorithm for the ECG diagnosis of ventricular arrhythmias in children makes it possible to assume the localization of the arrhythmogenic focus with an accuracy of 90% and to carry out a directed endocardial mapping, which reduces the duration of radiofrequency ablation and the radiological burden sustained by the child and the staff.

Key words: children, ventricular arrhythmia, electrocardiography, intracardiac electrophysiological examination, radiofrequency ablation

For citation: Eliseeva O.V., Shkolnikova M.A., Bereznitskaya V.V., Termosov S.A., Kovalev I.A. An algorithm for topical electrocardiographic diagnosis of ventricular arrhythmias in children. Ros Vestn Perinatol i Pediatr 2017; 62: (1): 60–68 (in Russ). DOI: 10.21508/1027–4065–2017–62–1–60–68

© Коллектив авторов, 2017

Адрес для корреспонденции: Елисеева Ольга Владимировна — детский кардиолог клинко-реабилитационного отделения Детского научно-практического центра нарушений сердечного ритма НИКИ педиатрии им. академика Ю.Е. Вельтищева

Школьников Мария Александровна — д.м.н., проф., рук. Детского научно-практического центра нарушений сердечного ритма, научн. рук. НИКИ педиатрии им. академика Ю.Е. Вельтищева

Березницкая Вера Васильевна — к.м.н., зав. клинко-реабилитационным отделением Детского научно-практического центра нарушений сердечного ритма НИКИ педиатрии им. академика Ю.Е. Вельтищева

Термосесов Сергей Артурович — зав. отделением хирургического лечения сложных нарушений ритма и электрокардиостимуляции Детского научно-практического центра нарушений сердечного ритма НИКИ педиатрии им. академика Ю.Е. Вельтищева

Ковалев Игорь Александрович — д.м.н., проф., рук. отдела детской кардиологии и аритмологии НИКИ педиатрии им. академика Ю.Е. Вельтищева 125412 Москва, ул. Талдомская, д.2

Важной задачей клинической аритмологии является разработка неинвазивных методов предоперационной топической диагностики желудочковых аритмий с целью проведения направленного эндокардиального картирования и уменьшения времени флюороскопии во время внутрисердечного электрофизиологического исследования и радиочастотной абляции. «Золотым стандартом» определения локализации очага аритмии служит инвазивное электрофизиологическое исследование. Оно позволяет выявить механизм аритмии, детально охарактеризовать аритмогенную зону и процесс распространения возбуждения по миокарду [1, 2]. Однако анализ морфологии желудочковых экстрасистол, зарегистрированных на поверхностной ЭКГ, также дает возможность

с высокой степенью вероятности предполагать локализацию аритмогенной зоны.

В настоящее время существуют алгоритмы ЭКГ-диагностики желудочковых нарушений ритма, позволяющие определить локализацию аритмогенного фокуса с точностью до 97% [3–10]. Наиболее информативными ЭКГ-критериями топической диагностики желудочковых аритмий являются следующие: морфология *QRS* в стандартных отведениях и в V_1 – V_2 грудных отведениях, локализация переходной зоны, электрическая ось сердца на эктопическом ритме. Следует отметить, что все исследования проведены в относительно небольших группах взрослых пациентов, которые часто имеют сопутствующие заболевания сердца. В педиатрической практике с целью определения очага желудочковой аритмии можно использовать алгоритм, предложенный S. Kamakura и соавт. [3], имеющий диагностическую точность 63% [11]. Относительно невысокая диагностическая точность данного алгоритма может быть связана с особенностями ЭКГ в различные возрастные периоды и обусловлена физиологическими изменениями сердечно-сосудистой системы, на которые оказывает влияние изменение размеров тела, положение сердца в грудной клетке, соотношение размеров камер сердца и особенности влияния вегетативной нервной системы в различные периоды развития ребенка [12]. Таким образом, крайне актуальным для клинической практики является усовершенствование топической диагностики желудочковых аритмий у детей с учетом их возрастных особенностей.

Целью настоящего исследования явилась разработка алгоритма топической ЭКГ-диагностики желудочковых аритмий у детей.

Характеристика детей и методы исследования

Для создания алгоритма топической диагностики желудочковых аритмий проведен анализ ЭКГ 243 больных с желудочковыми нарушениями ритма, которым в период с января 2008 г. по декабрь 2012 г. проведено инвазивное электрофизиологическое исследование сердца, радиочастотная абляция аритмогенного очага. Возраст детей колебался от 5 до 17 лет (средний возраст $13,4 \pm 3,1$ года), гендерный состав – 139 мальчиков и 104 девочки.

На поверхностной ЭКГ оценивались следующие характеристики:

- электрическая ось сердца;
- морфология *QRS*-комплекса и соотношение амплитуд зубцов *R* и *S* в стандартных и грудных отведениях;
- локализация переходной зоны;
- длительность *QRS*-комплекса во II стандартном и V_2 грудном отведениях.

По результатам внутрисердечного инвазивного электрофизиологического исследования, радиочастотной абляции пациенты были разделены на груп-

пы в зависимости от локализации очага аритмии. В последующем были определены особенности поверхностной ЭКГ в каждой из групп. Определялась чувствительность (*Se*), специфичность (*Sp*), диагностическая точность (*As*) полученных признаков для каждой локализации. На основании наиболее информативных критериев разработан алгоритм ЭКГ-диагностики желудочковых аритмий у детей, позволяющий определить локализацию до проведения интервенционного лечения. Проверка алгоритма проводилась на ЭКГ 50 других детей в возрасте от 6 до 17 лет (средний возраст $13,5 \pm 3,3$ года).

Результаты

По данным инвазивного электрофизиологического исследования, к наиболее частым локализациям аритмогенного очага у детей относится выводной отдел правого желудочка (55,4%), левый синус Вальсальвы (16,2%), некоронарный синус Вальсальвы (3,8%), приточный отдел правого желудочка (11,5%), верхушка правого желудочка (6,5%). У 9 (3,4%) детей определялись редкие локализации или предположительно эпикардальное расположение очага аритмии в проекции устья левой коронарной артерии, которые не были включены в алгоритм в связи с невозможностью проведения сравнительного анализа при единичных наблюдениях. Также исключены из исследования 8 детей с фасцикулярными желудочковыми аритмиями из задней ветви левой ножки пучка Гиса в связи с их характерными ЭКГ-признаками.

При анализе поверхностной ЭКГ в каждой из групп были определены критерии топической диагностики желудочковых аритмий. Критерии ЭКГ-диагностики желудочковой экстрасистолии из выводного отдела правого желудочка (рис. 1):

- нормальное/вертикальное/отклонение вправо положение электрической оси сердца на экстрасистоле (угол α от $+35$ до $+105$);
- морфология *QRS* в I отведении вариабельна (*R/r/rs* или *QS* (реже));
- морфология *QRS* в V_1 в виде *QS* или *RS/rS*;
- как правило, отношение $R \leq S$ в V_3 отведении;
- амплитуда зубца *R* в III отведении ≤ 30 мм;
- длительность комплекса *QRS* в V_2 отведении 110–180 мс;
- переходная зона в V_3 – V_4 отведении.

Критерии ЭКГ-диагностики желудочковой экстрасистолии из выводного тракта левого желудочка (левый синус Вальсальвы) (рис. 2):

- отклонение электрической оси сердца на экстрасистоле вправо ($+90$ – $+110^\circ$);
- морфология *QRS* в I отведении в виде *QS/rS*;
- высокоамплитудные зубцы *R* во II–III отведениях (*R* в III > 30 мм);
- морфология *QRS* в V_1 в виде *RS/rS* или *Rs* (реже);
- отношение амплитуды зубцов $R > S$ в V_3 отведении;
- длительность *QRS*-комплекса 110–180 мс;

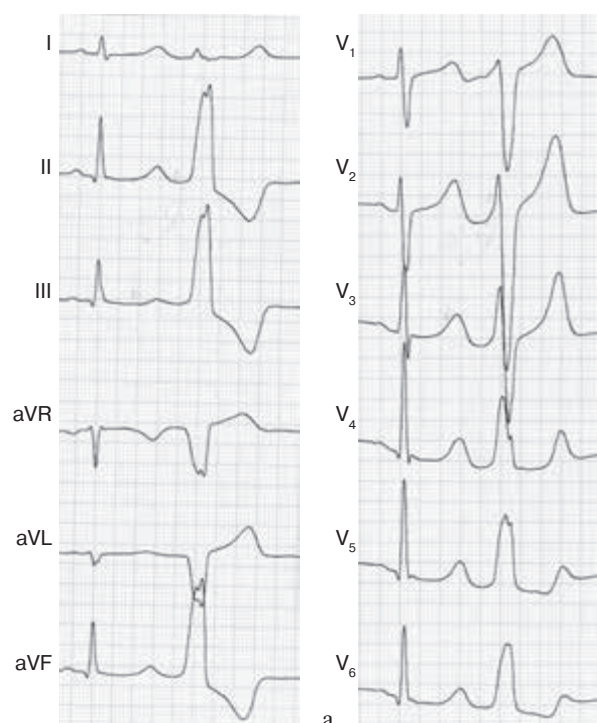


Рис. 1. Фрагменты ЭКГ ребенка 14 лет (а) и 10 лет (б).

а — желудочковая экстрасистолия из выводного отдела правого желудочка, под клапаном легочной артерии. Электрическая ось сердца на экстрасистоле $+86^\circ$. Низкоамплитудный зубец r в I отведении ($r < 5$ мм). Амплитуда зубца R в III отведении < 30 мм. Морфология QRS -комплекса в V_1 отведении в виде rS . Отношение $R < S$ в отведении V_3 . Длительность QRS комплекса в V_2 отведении 150 мс; переходная зона в V_3 . (Составлено авторами.)

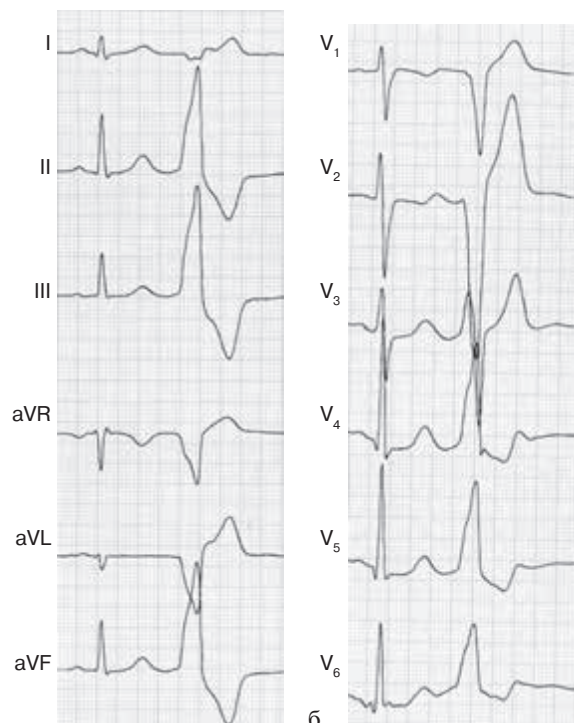
- переходная зона в V_2 – V_3 отведениях.

Критерии ЭКГ-диагностики желудочковой экстрасистолии из выводного тракта левого желудочка (некоронарный синус Вальсальвы) (рис. 3):

- нормальное/вертикальное положение электрической оси сердца на экстрасистоле (угол α от $+35$ до $+75^\circ$);
- положительные зубцы R , реже r в I–III отведениях;
- длительность QRS -комплекса во II отведении < 120 мс;
- морфология QRS -комплекса в V_1 отведении в виде rS/RS ;
- длительность QRS -комплекса в V_2 отведении 120–150 мс;
- переходная зона в V_3 – V_4 отведениях.

Критерии ЭКГ-диагностики желудочковой экстрасистолии из приточного отдела правого желудочка (под трикуспидальным клапаном) (рис. 4):

- отклонение электрической оси сердца на экстрасистоле влево (угол α от -10 до -50°);
- положительный зубец R в I отведениях;
- морфология QRS в V_1 отведении в виде rS/QS , реже RS ;
- длительность QRS -комплекса в V_2 отведении > 120 мс;



б — желудочковая экстрасистолия из выводного отдела правого желудочка, заднебазальный отдел межжелудочковой перегородки. Электрическая ось сердца на экстрасистоле $+94^\circ$. Морфология QRS -комплекса в I, V_1 отведениях в виде QS . Отношение $R < S$ в отведении V_3 . Длительность QRS комплекса в V_2 отведении 150 мс; переходная зона в V_3 . (Составлено авторами.)

- переходная зона в V_4 – V_5 отведениях, может отсутствовать.

Критерии ЭКГ-диагностики желудочковой экстрасистолии из верхушки правого желудочка (рис. 5):

- отклонение электрической оси сердца на экстрасистоле влево (угол α от -30 до -65°) (более выражено, чем при локализации в приточном отделе правого желудочка);
- положительный зубец R в I отведении;
- морфология QRS в V_1 отведении в виде QS (реже rS);
- медленное нарастание амплитуды зубца R в V_2 – V_4 отведениях;
- длительность QRS -комплекса в V_2 отведении ≤ 120 мс;
- переходная зона, как правило, отсутствует, может быть в V_5 отведениях.

Структура алгоритма

Значение электрической оси сердца на эктопическом комплексе послужило критерием для разделения локализаций желудочковых аритмий на начальном этапе использования алгоритма (рис. 6). Так, при горизонтальном положении электрической оси сердца или ее отклонении влево на эктопическом комплексе ($-70^\circ \geq \alpha \leq +5^\circ$) аритмогенный очаг может

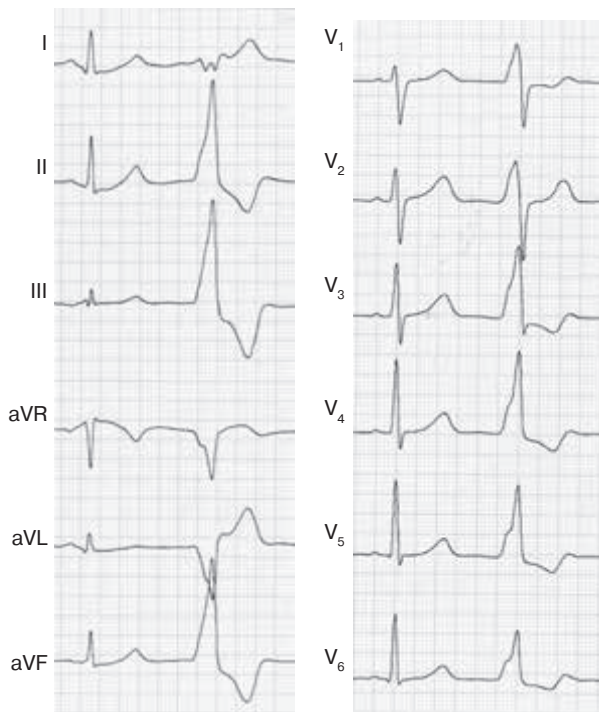


Рис. 2. ЭКГ ребенка 8 лет. Желудочковая экстрасистолия из выводного тракта левого желудочка (левый синус Вальсальвы). Электрическая ось сердца на экстрасистоле $+96^\circ$. Морфология QRS-комплекса в I отведении в виде QS; морфология QRS-комплекса в V_1 в виде RS; длительность QRS комплекса в V_2 отведении 160 мс; отношение $R>S$ в V_3 ; переходная зона в V_2 . (Составлено авторами.)

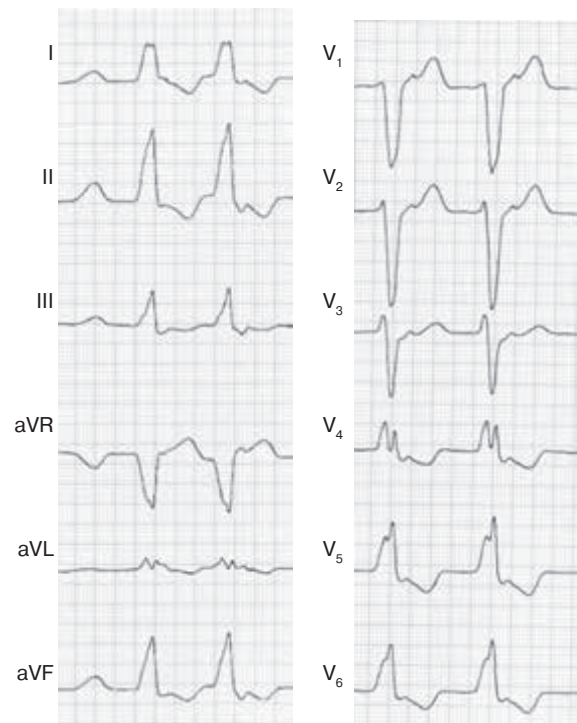


Рис. 3. ЭКГ ребенка 8 лет. Парная желудочковая экстрасистолия из выводного тракта левого желудочка (некоронарный синус Вальсальвы). Электрическая ось сердца на экстрасистоле $+63^\circ$. Зубец R в I–III отведениях; морфология QRS комплекса в V_1 отведении в виде rS. Длительность QRS комплекса 140 мс; переходная зона в V_3 . (Составлено авторами.)

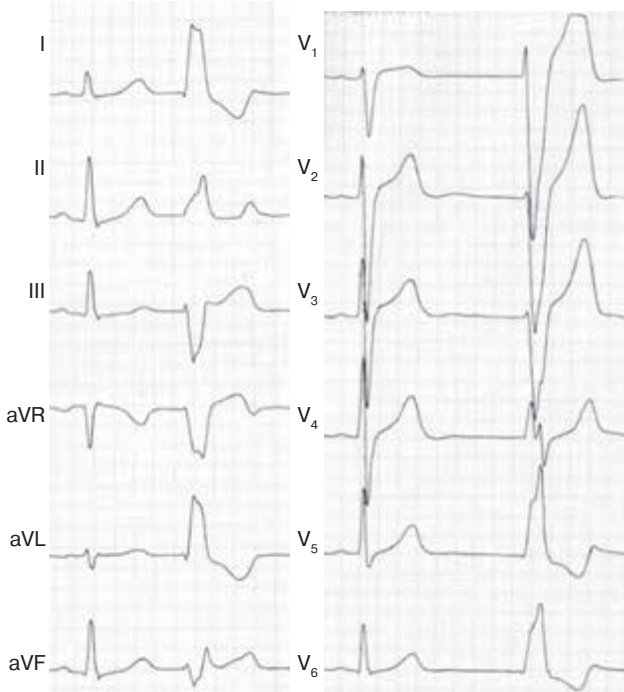


Рис. 4. ЭКГ ребенка 8 лет. Желудочковая экстрасистолия из приточного отдела правого желудочка (под трикуспидальным клапаном). Электрическая ось сердца на экстрасистоле -20° . Зубец R в I отведении; морфология QRS-комплекса в V_1 в виде RS; длительность QRS-комплекса в V_2 130 мс; переходная зона в V_4 отведении. (Составлено авторами.)

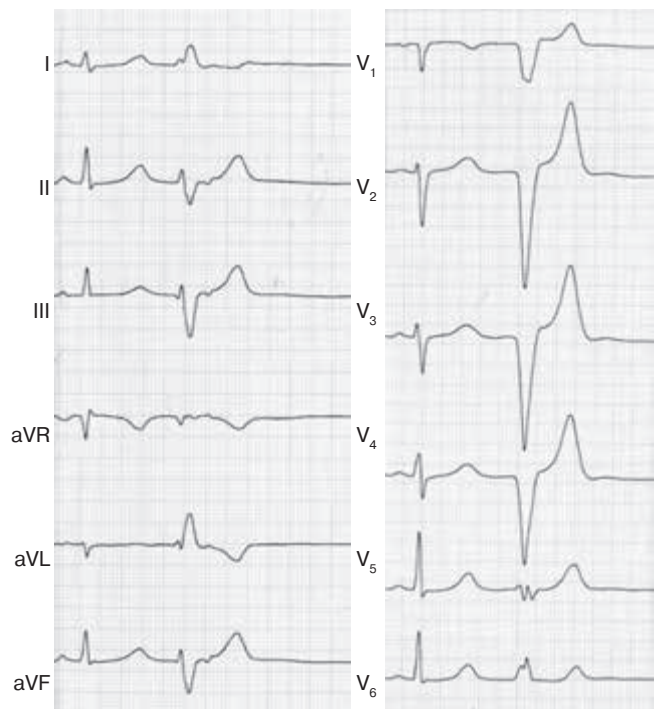


Рис. 5. ЭКГ ребенка 8 лет. Желудочковая экстрасистолия из верхушки правого желудочка. Электрическая ось сердца на экстрасистоле -65° . Зубец R в I отведении, морфология QRS-комплекса в V_1 – V_4 в виде QS; длительность QRS-комплекса 110 мс; переходная зона не определяется. (Составлено авторами.)

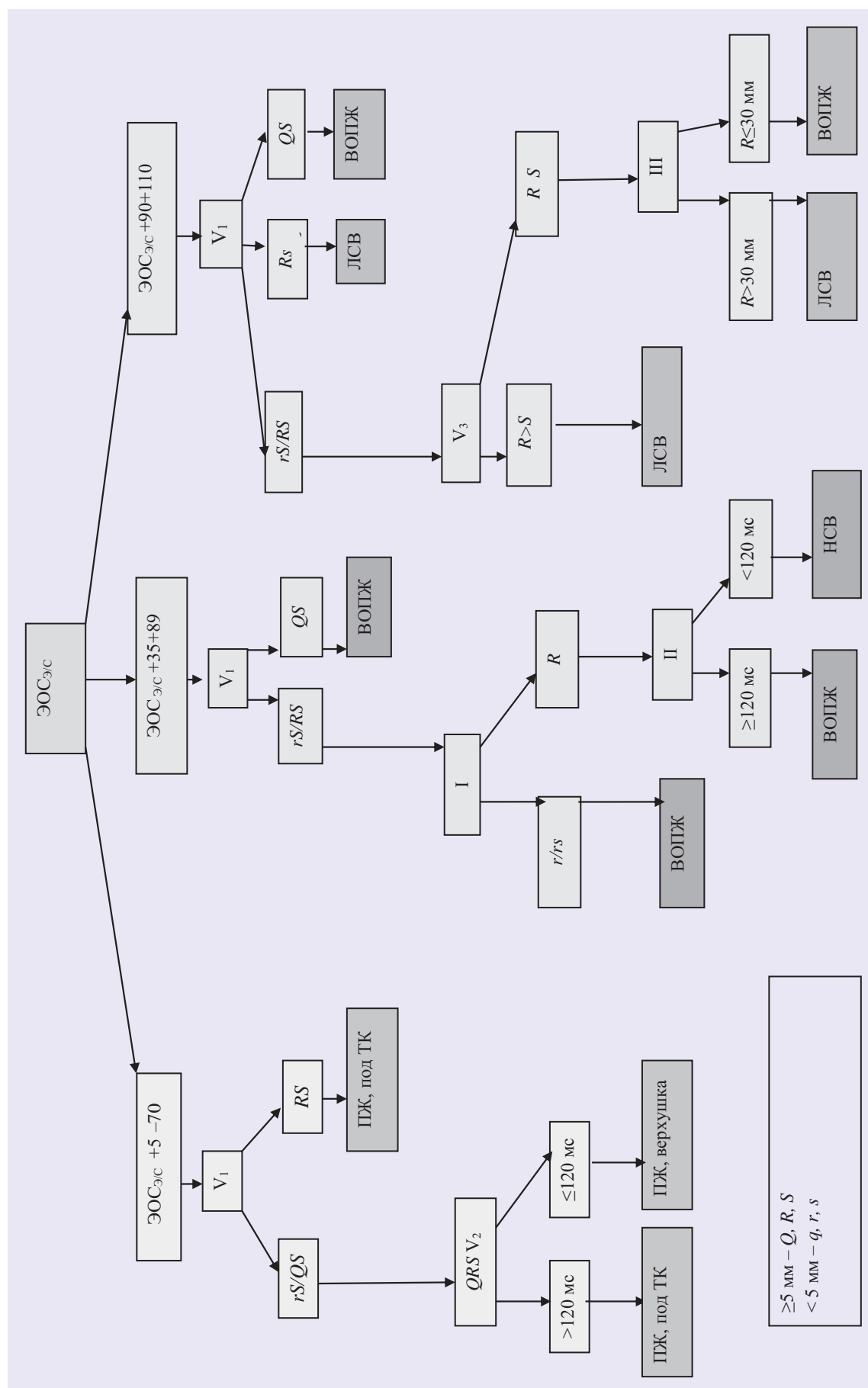


Рис. 6. Алгоритм топической ЭКГ-диагностики желудочковых аритмий у детей. (Составлено авторами.)

ЭОС – электрическая ось сердца; ПЖ – правый желудочек; ВОПЖ – выводной отдел правого желудочка; ЛСВ – левый синус Вальсальвы; НСВ – некоронарный синус Вальсальвы.

локализоваться в свободной стенке правого желудочка (приточный отдел правого желудочка/верхушка правого желудочка).

При анализе ЭКГ выявлено, что для дифференцировки двух локализаций возможно использовать следующие критерии: 1) морфология эктопического QRS -комплекса в V_1 отведении и 2) длительность QRS в V_2 отведении. Так, морфология RS в V_1 отведении наблюдалась только при локализации эктопического очага в приточном отделе правого желудочка ($Se, Sp, Ass = 100\%$). При наличии морфологии rS/QS в V_1 отведении для определения локализации предложено учитывать длительность комплекса QRS в V_2 отведении. При локализации в приточном отделе правого желудочка характерна достоверно большая длительность QRS в V_2 отведении (>120 мс) по сравнению с верхушкой правого желудочка (≤ 120 мс). Сочетание ЭКГ-характеристик: rS/QS в V_1 + длительность QRS в $V_2 > 120$ мс предсказывает локализацию в приточном отделе правого желудочка, а rS/QS в V_1 + длительность QRS в $V_2 \leq 120$ мс – в верхушке правого желудочка ($Se = 96,7\%, Sp = 100\%, Ass = 97,9\%$).

При нормальном или вертикальном положении электрической оси сердца на эктопическом комплексе ($+35^\circ \geq \alpha \leq +89^\circ$) аритмогенный очаг может локализоваться в выводном отделе правого желудочка или некоронарном синусе Вальсальвы. Для дифференцировки этих локализаций предложено использовать следующие ЭКГ-характеристики: морфология QRS -комплекса в V_1 и I отведениях, длительность QRS -комплекса во II стандартном отведении. Морфология QS в V_1 отведении или сочетание rS/RS в $V_1 + r/r_s$ в I отведении предсказывали локализацию в выводном отделе правого желудочка ($Se, Sp, Ass = 100\%$). При наличии rS/RS в $V_1 + R$ в I отведении предложено учитывать продолжительность QRS во II отведении. Сочетание ЭКГ-характеристик rS/RS в $V_1 + R$ в I + R во II ≥ 120 мс предсказывало локализацию в выводном отделе правого желудочка, а rS/RS в $V_1 + R$ в I + R во II < 120 мс – в некоронарном синусе Вальсальвы (чувствительность – $96,0\%$, специфичность – $60,0\%$, $Ass = 78,0\%$). Более низкая значимость ЭКГ-критериев для дифференцировки выводного отдела правого желудочка (базальные отделы межжелудочковой перегородки) и некоронарного синуса Вальсальвы обусловлена их анатомически близким расположением и нередко вызывает трудности в определении точного топического диагноза.

Отклонение электрической оси сердца на эктопическом комплексе вправо ($+90^\circ \geq \alpha \leq +110^\circ$) предполагает локализацию аритмогенного фокуса в выводном отделе правого желудочка или левом синусе Вальсальвы. Для дифференцировки данных локализаций предложены следующие ЭКГ-характеристики: морфология QRS -комплекса в V_1 отведении, соотношение амплитуд зубцов R и S в V_3 отведении и амплитуда зубца R в III отведении.

Наличие морфологии QS в V_1 отведении предполагало локализацию очага в выводном отделе правого желудочка, а наличие RS – в левом синусе Вальсальвы ($Se, Sp, Ass = 100\%$). Наличие rS/RS в $V_1 + R > S$ в V_3 указывает на локализацию в левом синусе Вальсальвы. При невыполнении данного условия ($R \leq S$ в V_3) предложено учитывать амплитуду зубца R в III отведении. Сочетание следующих ЭКГ-характеристик: rS/RS в $V_1 + R \leq S$ в $V_3 + R$ в III > 30 мм указывало на локализацию в левом синусе Вальсальвы, а rS/RS в $V_1 + R \leq S$ в $V_3 + R$ в III ≤ 30 мм – в выводном отделе правого желудочка ($Se = 94,9\%, Sp = 82,3\%, Ass = 87,8\%$).

Общая диагностическая точность алгоритма составила $90,0\%$. Для корректного применения алгоритма необходимо соблюдать следующие условия: возраст ребенка от 5 до 17 лет; электрическая ось сердца на эктопическом комплексе: $-70^\circ \geq \alpha \leq +110^\circ$; Q, R, S -амплитуда зубца ≥ 5 мм; q, r, s -амплитуда зубца < 5 мм; правильное наложение электродов на грудную клетку.

В таблице представлены наиболее значимые сочетания ЭКГ-характеристик для различных локализаций желудочковых аритмий и их диагностическая значимость. При анализе ЭКГ отмечено, что эпикардальное расположение очага в проекции устья левой коронарной артерии не имеет отличительных ЭКГ-признаков по сравнению с локализацией в левом синусе Вальсальвы, что может быть причиной неверного определения локализации очага аритмии. Однако в связи с единичными наблюдениями проведение сравнительного анализа невозможно. Также важное значение имеет неправильное наложение электродов на грудную клетку, когда происходит регистрация нетипичной морфологии эктопического комплекса.

Обсуждение

Впервые М. Rosenbaum предложил классифицировать желудочковые экстрасистолы на основании морфологии QRS -комплекса в виде блокад ножек пучка Гиса [13]. Так, для правожелудочковых аритмий характерна морфология блокады левой ножки пучка Гиса, а для левожелудочковых локализаций – морфология блокады правой ножки пучка Гиса. С внедрением метода эндокардиального картирования появилась возможность провести детальный ЭКГ-анализ топики желудочковых аритмий на основании сопоставления поверхностной ЭКГ и данных внутрисердечного инвазивного электрофизиологического исследования [14].

В 1989 г. D. Kuchag и соавт. впервые создали алгоритм топической диагностики левожелудочковых аритмий у взрослых пациентов с ишемической болезнью сердца [15]. Затем L. Jadonath и соавт. в 1995 г. представили алгоритм, позволяющий определять локализацию аритмогенного очага в септальной части выводного отдела правого желудочка [16].

Таблица. Наиболее значимые ЭКГ-признаки различных локализаций желудочковых аритмий и их диагностическая значимость.

Группа ЭОС	Локализации	ЭКГ-критерии	Se, %	Sp, %	As, %
1	Приточный отдел ПЖ ($n=31$)	RS в V_1 – приточный отдел ПЖ	100	100	100
	Верхушка ПЖ ($n=17$)	rS/QS в V_1+QRS в $V_2>120$ мс – приточный отдел ПЖ	100	96,7	97,9
		rS/QS в V_1+QRS в $V_2\leq 120$ мс – верхушка ПЖ	96,7	100	97,9
2	ВОПЖ ($n=98$)	QS в V_1 – ВОПЖ	100	100	100
	НСВ ($n=10$)	rS/RS в V_1+r/rs в I – ВОПЖ	95,9	60,0	78,0
		rS/RS в V_1+R в I + R в II ≥ 120 мс – ВОПЖ	60,0	95,9	78,0
		rS/RS в V_1+R в I + R в II < 120 мс – НСВ			
3	ВОПЖ ($n=46$)	QS в V_1 – ВОПЖ	100	100	100
	ЛСВ ($n=44$)	RS в V_1 – ЛСВ	100	100	100
		rS/RS в $V_1+R>S$ в V_3 – ЛСВ	94,9	82,3	87,8
		rS/RS в $V_1+R\leq S$ в V_3+R в III > 30 мм – ЛСВ	82,3	94,9	87,8
		rS/RS в $V_1+R\leq S$ в V_3+R в III ≤ 30 мм – ВОПЖ			

Примечание. ЭОС – электрическая ось сердца; ПЖ – правый желудочек; ВОПЖ – выводной отдел правого желудочка; НСВ – некоронарный синус Вальсальвы; ЛСВ – левый синус Вальсальвы.

В дальнейшем предпринимались попытки детально охарактеризовать различные аритмогенные зоны. В литературе широко представлены алгоритмы для определения различных отделов выводного отдела правого желудочка как наиболее часто встречаемой локализации аритмогенного очага [3–7]. Для желудочковых аритмий из выводного отдела правого желудочка характерно вертикальное положение электрической оси сердца или ее отклонение вправо [6]. Для разделения свободной части и септальной стенки выводного отдела правого желудочка предлагают использовать следующие ЭКГ-критерии: продолжительность и морфологию QRS -комплекса во II и III стандартных отведениях [3, 5, 6]. Другие авторы указывают на значимость морфологии QRS в I и V_1 отведениях [17, 10]. Р. Снегур и соавт. для разделения зон в выводном отделе правого желудочка используют разницу амплитуд зубца R во II и III стандартных отведениях [7].

Разработанный нами алгоритм не включает определения ЭКГ-особенностей различных зон выводного отдела правого желудочка.

При левожелудочковых аритмиях возможна регистрация экстрасистол как с морфологией блокады левой ножки пучка Гиса и нормальным/вертикальным положением электрической оси сердца (некоронарный и правый синусы Вальсальвы), так и с морфологией блокады правой ножки пучка Гиса и отклонением электрической оси сердца вправо (левый

синус Вальсальвы). Для локализации очага в левом синусе Вальсальвы характерны следующие признаки: наличие зубца S в I стандартном отведении, высокоамплитудный зубец R во II и III отведениях, локализация переходной зоны в V_1 – V_2 и отсутствие зубца S в V_5 – V_6 [18, 20–22].

Учитывая анатомическую близость выводных отделов обоих желудочков (зона контакта аорты и клапана легочной артерии), эти аритмогенные зоны необходимо дифференцировать между собой. Проведен ряд работ по выявлению диагностических ЭКГ-критериев желудочковых аритмий из выводного тракта левого желудочка и выводного отдела правого желудочка. А.Ш. Ревитшвили и соавт. отмечают, что для отличия септальной части выводного отдела правого желудочка от выводного тракта левого желудочка наиболее информативным ЭКГ-критерием служит разница в морфологии QRS комплексов в I стандартном и правых грудных отведениях [17]. В нашем исследовании эти ЭКГ-характеристики оказались диагностически незначимы.

При сравнении некоронарного синуса Вальсальвы и выводного отдела правого желудочка указывается на значимость морфологии QRS в I и V_1 отведениях [17]. Так, сочетание морфологии R/R_s в I отведении с морфологией rS в V_1 – V_2 отведениях характерно для локализации аритмогенного очага в некоронарном или правом синусах Вальсальвы, в то время как для выводного отдела (передняя стенка)

характерно сочетание морфологии R/R_s в I отведении с QS в V_1 отведении. В нашем исследовании наличие морфологии QS в V_1 отведении с высокой точностью указывает на локализацию очага в выводном отделе правого желудочка, однако при этой локализации часто встречается и не является диагностически значимой морфология rS .

Ю.В. Шубик и соавт. предлагают для разделения левожелудочковых и правожелудочковых аритмий принимать во внимание наличие переходной зоны в V_2 – V_3 отведениях в совокупности с соотношением амплитуд зубцов в V_3 отведении [6]. Более «раннее» положение переходной зоны (V_2 – V_3), наличие высокого R в V_1 отведении, преобладание зубца R в V_3 отведении характерно для левожелудочковой локализации, а положение переходной зоны в V_3 – V_6 отведении в сочетании с преобладанием амплитуды S в V_3 отведении указывает на правожелудочковую локализацию эктопического очага. Другие авторы также подтверждают значимость расположения переходной зоны для разделения этих локализаций [3, 8, 10, 19, 20].

Р.Ю. Снегур и соавт. для разделения право- и левожелудочковой локализации аритмогенного очага предлагает использовать следующие ЭКГ-критерии с точностью до 98%: морфология QRS в V_1 и III отведениях, ширина зубца S аритмического комплекса на изолинии в отведении V_3 [7].

При желудочковых аритмиях из выводного тракта левого желудочка возможно также эпикардальное расположение аритмогенного очага в проекции левой коронарной артерии и передней межжелудочковой ветви. Для разделения этих локализаций предлагают использовать морфологию QRS в V_1 – V_2 отведениях [17]. Например, rS тип в V_1 – V_2 отведениях в сочетании с резким нарастанием амплитуды зубца R в V_3 отведении характерен для локализации очага в проекции устья левой коронарной артерии, а морфология RS в правых грудных отведениях без резкого нарастания в V_3 отведении — для ло-

кализации в левом синусе Вальсальвы. По данным нашего исследования, значимых ЭКГ-различий между эпикардальным расположением очага аритмии и локализацией в левом синусе Вальсальвы не выявлено. Однако учитывая единичные наблюдения, сравнительный анализ этих двух локализаций не проводился.

Таким образом, алгоритм, разработанный нами на основании сопоставления стандартной ЭКГ и данных внутрисердечного электрофизиологического исследования, радиочастотной абляции у большого количества детей, позволяет предполагать локализацию аритмогенного очага с точностью до 90%.

Выводы

Наиболее информативными ЭКГ-характеристиками для топической диагностики желудочковых аритмий у детей являются: электрическая ось сердца на экстрасистоле, морфология QRS -комплекса в V_1 отведении и длительность QRS -комплекса в V_2 отведении; в качестве дополнительных характеристик предложено использовать: морфологию QRS -комплекса во I отведении, длительность QRS -комплекса во II отведении, амплитуду зубца R в III отведении и соотношение амплитуд зубцов R/S в V_3 отведении.

Алгоритм ЭКГ-диагностики желудочковых аритмий у детей позволяет с точностью до 90% предположить локализацию аритмогенного очага и проводить направленное эндокардиальное картирование, что уменьшает длительность процедуры радиочастотной абляции и обеспечивает снижение рентгенологической нагрузки на ребенка и персонал.

Необходимыми условиями для корректного использования алгоритма является: возраст ребенка от 5 до 17 лет; электрическая ось сердца на эктопическом комплексе: $-70^\circ \geq \alpha \leq 110^\circ$; Q, R, S -амплитуда зубца ≥ 5 мм; q, r, s — амплитуда зубца < 5 мм; правильное наложение электродов на грудную клетку.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Ревишвили А.Ш., Ардашев А.В., Кочович Д.З. Желудочковые аритмии. М.: МЕДПРАКТИКА-М 2002; 272. [Revishvili A. Sh., Ardashev A.V., Kocho-vich D.Z. Ventricular arrhythmias. Moscow: MEDPRAKTIKA-M 2002; 272(inRuss)]
2. Ардашев А.В. Клиническая аритмология. М.: МЕДПРАКТИКА-М 2009; 157. [Ardashev A.V. Clinical Arrhythmology. Moscow: MEDPRAKTIKA-M 2009; 157(inRuss)]
3. Kamakura S., Shimizu W., Matsuo K., Taguchi A., Suyama K., Kurita T. et al. Localization of optimal ablation site of idiopathic ventricular tachycardia from and left ventricular outflow tract by body surface EGG. Circulation 1998; (98): 1525–1533.
4. Shima T., Ohnishi H., Inoue T., Yoshida A., Shimizu H., Itagaki J. et al. The relation between pacing sites in the right ventricular outflow tract and QRS morphology in the 12-lead EGG. Jpn Circ J 1998; (62): 399–404.
5. Dixit S., Gerstenfeld E.P., Callans D.J., Marchlinski F.E. Electrocardiographic patterns of superior right ventricular outflow tract tachycardia: distinguishing septal and free-wall sites of origin. J Cardiovasc Electrophysiol 2003; (14): 1–7.
6. Вайнштейн А.Б., Яшин С.М., Думнис Я. Ю., Шубик Ю.В. Электрокардиографическая топическая диагностика некоронарогенных правожелудочковых аритмий. Вестн аритмол 2003; (34): 11–17. [Vainshtein A.B., Yashin S.M., Dumpis Ya.Yu., Shubik Yu.V. Electrocardiographic topic diagnostics of non-coronarogenic right ventricular arrhythmias. Vestn Aritmol 2003; (34): 11–17. (in Russ)]
7. Ревишвили А.Ш., Рзаев Ф.Г., Снегур Р.Ю., Лабарткава Е.З. Алгоритм топической диагностики правожелудочковых аритмий. Вестн аритмол 2007; (46): 5–11. [Revishvili A.Sh., Rzaev F.G., Snegur R.Yu., Labartkava E.Z. Algorithm of topical diagnostics of right-ventricular arrhythmias. Vestn Aritmol 2007; (46): 5–11. (in Russ)]
8. Ouyang F., Fotuhi P., Ho SY., Hebe J., Volkmer M., Goya M. et al. Repetitive monomorphic ventricular tachycardia origi-

- nating from the aortic sinus cusp: electrocardiographic characterization for guiding catheter ablation. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: (3): 500–508.
9. Bei Ge., Kang-Ting Ji., Hai-Ge Ye., Jia Li., Yue-Chun Li., Ri-Peng Yin., Jia-Feng Lin. Electrocardiogram features of premature ventricular contractions/ventricular tachycardia originating from the left ventricular outflow tract and the treatment outcome of radiofrequency catheter ablation. *Cardiovascular Dis* 2012; 12: 112.
 10. Ito S., Tada H., Naito S., Kurosaki K., Ueda M., Hosizaki H. *et al.* Development and validation of an ECG algorithm for identifying the optimal ablation site for idiopathic ventricular outflow tract tachycardia. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003; 14: 1280.
 11. Чернышов А.А. Идиопатические желудочковые аритмии у детей и подростков: клинико-функциональная характеристика и результаты лечения: Автореф. дисс....к.м.н. Томск, 2011; 13. [Chernishov A.A. Idiopathic ventricular arrhythmias in children and adolescents: clinical characteristics and treatment results. Avtoref. diss. k.m.n. Tomsk, 2011; 13. (in Russ)]
 12. Школьников М.А., Березницкая В.В. Диагностика и медикаментозное лечение желудочковых экстрасистол у детей. *Рос вестн перинатол и педиатр* 2008; (2): 60–67. [Shkolnikova M.A., Bereznitskaya V.V. Diagnosis and treatment of ventricular arrhythmias in the child. *Ros Vestn Perinatol i Peditr* 2008; (2): 60–67. (In Russ.)]
 13. Rosenbaum M.B. Classification of ventricular extrasystoles according to form. *J Electrocardiol* 1969; (2): 289–297.
 14. Josephson M.E., Horowitz L.N., Waxman H.L., Cain M.E., Spielman S.R., Greenspan A.M. *et al.* Sustained ventricular tachycardia: role of the 12-lead electrocardiogram in localizing site of origin. *Circulation* 1981; (64): 257–272.
 15. Kuchar D.L., Ruskin J.N., Geran H. Electrocardiographic localization of the site of origin of ventricular tachycardia in patients with prior myocardial infarction. *Int J Am Coll Cardiol* 1989; (13): 893–903.
 16. Jadonath R.L., Schwartzman D., Preminger M.W., Gottlieb C.D., Marchlinski F.E. Utility of the 12-lead electrocardiogram in localizing the origin of right ventricular outflow tract tachycardia. *Am Heart J* 1995; (130): 1107–1113.
 17. Ревизишвили А.Ш., Носкова М.В., Рзаев Ф.Г., Артюхина Е.А. Неинвазивная топическая диагностика некоронарогенных желудочковых аритмий. *Вестник аритмологии* 2004; (35): 5–15. [Revishvili A.Sh., Noskova M.V., Rzaev F.G., Artyukhina E.A. Non-invasive topical diagnostics of non-coronogenic ventricular arrhythmias. *Vestnik Aritmologii* 2004; (35): 5–15. (in Russ)]
 18. Hachiya H., Aonuma K., Yamauchi Y., Harada T., Igawa M., Nogami A. *et al.* Electrocardiographic characteristics of left ventricular outflow tract tachycardia. *Pacing Clin Electrophysiol* 2000; (23): 1930–1934.
 19. Yamada T. Electrocardiographic Algorithms to Localize the Origins of Idiopathic Ventricular Arrhythmias. *Pacing and Clinical Electrophysiology* 2012; (35): 1514–1515.
 20. Callans D.J., Menz V., Schwartzman D., Gottlieb C.D., Marchlinski F.E. Repetitive monomorphic tachycardia from the left ventricular outflow tract: Electrocardiographic patterns consistent with a left ventricular site of origin. *J Am Coll Cardiol* 1997; (29): 1023–1027.
 21. Shimoike E., Ohnishi Y., Ueda N., Maruyama T., Kaji Y. Radiofrequency Catheter Ablation of Left Ventricular Outflow Tract Tachycardia from the Coronary Cusp: A new approach to the tachycardia focus. *J Cardiovascul Electrophysiol* 1999; 10: (7): 1005–1009.
 22. Bala R., Garcia F.C., Hutchinson M.D., Gerstenfeld E.P., Dhruvakumar S., Dixit S. *et al.* Electrocardiographic and electrophysiologic features of ventricular arrhythmias originating from the right/left coronary cusp commissure. *Heart Rhythm* 2010; (7): 312–322.

Поступила 14.11.16

Received on 2016.11.14

Авторы подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансовой поддержки исследования, о которых необходимо сообщить

The authors confirmed the absence of conflicts of interest and financial support for the research, which should be reported