https://doi.org/10.35336/VA-2020-4-24-32

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ И АЛГОРИТМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ АРИТМИЙ С ШИРОКИМИ КОМПЛЕКСАМИ QRS

М.А.Буданова[1], М.П.Чмелевский[1,2], Т.В.Трешкур[1], В.М.Тихоненко[3]

[1]ФГБУ «НМИЦ им. В.А.Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, [2]Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В.И.Ульянова (Ленина), Россия, [3]Научно-клинический и образовательный центр «Кардиология» Санкт-Петербургского государственного университета, Россия

Дифференциальная диагностика желудочковых и наджелудочковых аритмий с широкими комплексами QRS остается одной из наиболее актуальных и серьезных проблем современной кардиологии. Внутрисердечное и чреспищеводное электрофизиологическое исследование, несмотря на высокую точность, не могут быть широко использованы в рутинной клинической практике в связи со сложностью выполнения, риском развития осложнений, необходимостью специального оборудования. Доступность и простота регистрации поверхностной электрокардиограммы стала причиной активного изучения и разработки ЭКГ критериев и алгоритмов дифференциальной диагностики. Однако их низкая точность, многообразие, сложность и трудоемкость применения часто приводит к диагностическим ошибкам и низкой востребованности среди клиницистов.

Ключевые слова: аритмии с широкими комплексами QRS; дифференциальная диагностика; морфологические критерии и алгоритмы

Конфликт интересов: нет
Рукопись получена: 25.12.2020 **Исправленная версия получена:** 22.01.2021 **Принята к публикации:** 24.01.2021
Ответственный автор: Буданова Маргарита Александровна, E-mail: budanovamargarita@gmail.com

Для цитирования: Буданова МА, Чмелевский МП, Трешкур ТВ, Тихоненко ВМ. Электрокардиографические критерии и алгоритмы дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS. *Вестник аритмологии.* 2020;27(4): 24-32. https://doi.org/10.35336/VA-2020-4-24-32.

ELECTROCARDIOGRAPHIC CRITERIA AND ALGORITHMS FOR DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF WIDE QRS COMPLEXES ARRHYTHMIAS

M.A.Budanova[1], M.P.Chmelevsky[1,2], T.V.Treshkur[1], V.M.Tikhonenko[3]

[1]Almazov National Medical Research Centre, Saint-Petersburg, Russia, [2]Saint-Petersburg Electrotechnical University "LETI", Russia, [3]Scientific, Clinical and Educational Center "Cardiology" of Saint-Petersburg State University, Russia

Differential diagnosis of ventricular and supraventricular wide QRS complexes arrhythmias remains one of the most urgent and serious problems of modern cardiology. High-precision intracardiac and transesophageal electrophysiological examination cannot be widely used in routine clinical practice because of the complexity of using, the risk of complications, and the necessary of special equipment. The availability and simplicity of electrocardiogram registration was the reason for study and development of ECG criteria and algorithms for differential diagnosis. However, their low accuracy, variety, complexity and laboriousness of application often leads to diagnostic errors and low usage of clinicians.

Key words: wide QRS complexes arrhythmias; differential diagnosis; morphological criteria and algorithms

Conflict of interests: none
Received: 25.12.2020 **Corrected version received:** 22.01.2021 **Accepted:** 24.01.2021
Correspondig author: Margarita Budanova, E-mail: budanovamargarita@gmail.com

For citation: Budanova MA, Chmelevsky MP, Treshkur TV, Tikhonenko VM. Electrocardiographic criteria and algorithms for differential diagnosis of wide QRS complexes arrhythmias. *Journal of Arrhythmology.* 2020;27(4): 24-32. https://doi.org/10.35336/VA-2020-4-24-32.

Дифференциальная диагностика желудочковых и наджелудочковых аритмий с широкими комплексами QRS остается одной из наиболее актуальных и серьезных проблем современной кардиологии. Правильная постановка диагноза, особенно в условиях оказания неотложной медицинской помощи, может оказаться решающим фактором, определяющим прогноз для жизни и здоровья пациента.

Доступность и простота регистрации поверхностной электрокардиограммы (ЭКГ) стала причиной

© Коллектив авторов 2020

CC BY 4.0

активного изучения и разработки ЭКГ критериев и алгоритмов дифференциальной диагностики. Тем не менее, ни один из них, как оказалось в последующем, не обладал высокой точностью, а первоначальные результаты плохо воспроизводились у большинства исследователей в различных популяциях пациентов, особенно при исходных изменениях ЭКГ (органические блокады ножек пучка Гиса (БНПГ), нарушения внутрижелудочкого проведения, обусловленные приемом антиаритмических препаратов (ААП), признаки предвозбуждения желудочков, рубцовые изменения миокарда), на фоне фибрилляции предсердий, а также при отдельных видах аритмий, таких как фасцикулярные желудочковые тахикардии (ЖТ), антидромные тахикардии, ЖТ с механизмом re-entry по ножкам пучка Гиса или при близком расположении круга re-entry к системе Гиса-Пуркинье.

Многие исследования показали, что анамнез перенесенного инфаркта миокарда (ИМ), застойной сердечной недостаточности, стенокардии напряжения, курения, нарушения гемодинамики во время приступа, предыдущее кардиохирургическое лечение чаще ассоциировались с ЖТ, чем с суправентрикулярными тахикардиями (СВТ) [1, 2]. Однако использование только клинических и анамнестических данных часто становилось причиной неправильной диагностики тахикардий с широкими комплексами QRS (ТШК) и катастрофического исхода. К примеру, внутривенное введение верапамила при ЖТ, ошибочно отнесенных к СВТ с аберрантным проведением, приводило к острой тяжелой гипотонии, требующей вазопрессорной терапии, увеличению частоты сокращений желудочков (ЧСЖ), развитию фибрилляции желудочков. Использование аденозина при неопределенных ТШК также не всегда было безопасно, так как могло стать триггером «torsades de pointes» в присутствии синдрома удлиненного QT или быть причиной опасного увеличения ЧСЖ при ФП у пациентов с дополнительными путями проведения (ДПП) [3, 4]. В связи с этим использование клинических и анамнестических данных в неотложной ситуации могло быть оправдано только в сочетании с другими более надежными критериями дифференциальной диагностики.

Появившееся в 1970-1980 гг инвазивное электрофизиологическое исследование дало возможность более детально определять локализацию источника эктопии. Высокая точность данного метода стала причиной использования его как «золотого стандарта» для верификации суправентрикулярных и желудочковых нарушений ритма (ЖНР). Следует отметить также важность и высокую информативность чреспищеводного электрофизиологического исследования, позволяющего отчетливо визуализировать предсердную активность и проводить диагностику нарушений ритма по взаиморасположению зубцов Р и комплексов QRS. Однако оба этих метода не могут быть широко использованы в рутинной клинический практике в связи со сложностью, необходимостью специального оборудования, поэтому более предпочтительным является поиск оптимального решения проблемы дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS при помощи поверхностной ЭКГ в 12 отведениях.

Электрокардиографические критерии дифференциальной диагностики

Известно, что наиболее специфичным ЭКГ критерием ЖТ при дифференцировании ТШК является атриовентрикулярная (АВ) диссоциация, в ряде случаев сопровождающаяся сливными комплексами и захватами (специфичность (СП) 97,1-100%) [5, 6]. Несмотря на относительно редкую выявляемость на поверхностной ЭКГ, данный признак получил широкое распространение и использовался как самостоятельно, так и в составе многих диагностических алгоритмов [5-11]. При этом, так же как и регулярное вентрикуло-атриальное проведение, АВ диссоциация могла обнаруживаться при ритмах из АВ соединения [12, 13], встречаться в редких случаях АВ узловой реципрокной тахикардии и при необычных видах тахикардии Махайма, в которых ретроградной проводимости не было [14].

Продолжительность QRS > 0,14 с была характерна для ЖТ, а в случае СВТ ее значение обычно составляло ≤ 0,14 с [1, 12], при отсутствии исходной БНПГ, влияния ААП, ДПП, рубцовых изменений миокарда [5, 15]. Многие исследователи более достоверным признаком ЖНР считали длительность комплексов QRS > 0,16 с [9, 10], подчеркивая при этом необходимость 12-канальной записи ЭКГ во избежание ошибочных измерений ширины комплексов с начальной или конечной изоэлектричной частью (рис. 1). В противоположность этому было замечено, что идиопатические ЖТ могли иметь ширину менее 0,14 с [16], а узкие комплексы QRS встречались и при ЖТ септального происхождения [17].

Данные о роли электрической оси сердца (ЭОС) для дифференцирования ТШК оказались достаточно многообразны и противоречивы [1, 5, 7, 8, 10, 18], и большинство предложенных критериев в последующем не подтвердили своего диагностического значения. Тем не менее, многие признавали [10, 12, 18], что высоко специфичным для ЖТ было отклонение ЭОС от +120° до ±180° при тахикардиях с блокадой левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ) (СП 94% при чувствительности (ЧВ) 30% [10]) и отклонение ЭОС от -90° до ±180° при тахикардиях с блокадой правой ножки пучка Гиса (БПНПГ) (СП 97% при ЧВ 22% [10]). Сочетание отклонения ЭОС влево с QRS > 140 мс при форме БПНПГ или отклонения ЭОС вправо с QRS >160 мс при форме БЛНПГ также было более типично для ЖТ [8].

Положительная конкордантность в грудных отведениях считалась характерной для ЖНР [7-10, 12, 15] и ТШК с проведением по ДПП [7]. Отрицательная конкордантность почти всегда свидетельствовала в пользу ЖТ, хотя при такой направленности комплексов в 2003 году был описан случай ортодромной реципрокной тахикардии с БЛНПГ, обусловленной наличием скрытого заднего левостороннего ДПП [19].

Морфологические критерии в отведениях V1, V2 и V6 при форме широких комплексов по типу БПНПГ

Для определения типа нарушения внутрижелудочкового проведения большинство исследователей ори-

ентировалось на отведение V1. При преобладании положительной полярности QRS форма определялась как БПНПГ, а при преобладании отрицательной - как БЛНПГ.

При оценке морфологических особенностей комплексов QRS, имеющих вид БПНПГ, по результатам ряда работ, независимо от метода верификации, оказалось, что для ЖНР в отведении V1 более характерной была трехфазная форма с преобладающим левым пиком, а также «М-образные» комплексы с двумя вершинами, с преобладанием левой [7, 9, 10, 12, 14]. Комплексы с преобладающим правым пиком, хотя и встречались чаще при СВТ, но были описаны также и при ЖТ [1, 9, 10].

Бифазные комплексы (qR, QR, RS) в отведении V1 считались более типичными для ЖТ [1, 9, 10, 12, 20], однако иногда встречались и при СВТ [8-10]. Было замечено, что уменьшение начального зубца R в отведении V1, обусловленное перенесенным передним ИМ, могло приводить преобразованию аберрантного трехфазного комплекса rsR' в двухфазный QR, ошибочно наводящий на мысль о ЖТ.

Монофазные комплексы R одними авторами считались типичными для ЖТ [1, 12, 20], в то время как другие встречали их также при СВТ и находили статистически не значимыми для ЖНР [9, 10]. Одной из причин этому могло быть наложение начальной части комплексов на предшествующие зубцы Т, что скрывало их истинную форму. В таком случае только первый тахикардический комплекс мог иметь четко различимый трехфазный паттерн [10].

В 1987 году H.J.Wellens , P.Brugada [8] описали наиболее характерные для ЖТ формы в отведении V1 при БПНПГ: qR, QR, R, «rabbit ear» (трехфазные комплексы с преобладанием левого пика и «М-образные» комплексы с двумя вершинами, с преобладанием левой - RSr', Rr', Rsr').

Дополнительная оценка морфологии QRS в отведении V6 дала возможность увеличить точность диагностики. Доминирующие зубцы S в бифазных комплексах (при S > R), форма QS, любые Q (q) в отведении V6 были более типичны для ЖТ [1, 7, 9, 10, 12], в то время как преобладающие зубцы R, как в бифазных, так и в трехфазных комплексах (при R > S), свидетельствовали в пользу СВТ [8-10, 12, 18].

Диагноз ЖТ был еще более вероятен при сочетании трехфазных и «М-образных» комплексов QRS с доминирующим левым пиком в отведении V1, отклонения ЭОС влево и отношением R/S < 1 в отведении V6 при БПНПГ [12]. Исключение составляли случаи с исходным отклонением ЭОС влево во время синусового ритма [12]. Если же трехфазный паттерн с преобладанием правого пика в отведении V1 сочетался с начальным отрицательным отклонением в отведении I и V6, то предполагалось суправентрикулярное происхождение аритмии [12].

Помимо этого, многие признавали, что идентичная полная БНПГ у одного и того же человека во время синусового ритма и во время ТШК являлась диагностическим признаком СВТ [21]. В то же время изменение формы комплексов QRS, включая отклонение ЭОС более чем на 40º, во время ТШК у больных с исходной БНПГ предполагало диагноз ЖТ, хотя были зарегистрированы случаи ЖТ с аналогичными по форме комплексами во время синусового ритма [22]. Сходный критерий ЖТ - изменение ЭОС при тахикардии более чем на 40º в сравнении с исходной ЭОС во время синусового ритма без нарушения внутрижелудочкового проведения был описан в 1991 году Griffith M.J., de Belder M.A. [1]. Точно также было обнаружено, что идентичная форма эктопических комплексов QRS во время синусового ритма и во время пароксизма тахикардии свидетельствовала о высокой вероятности их одинакового происхождения [1].

Морфологические критерии в отведениях V1, V2 и V6 при форме широких комплексов по типу БЛНПГ

Для дифференциальной диагностики ТШК, имеющих форму БЛНПГ [13, 14], большую известность приобрели морфологические критерии H.J.Wellens, P.Brugada [8], включающие следующие признаки ЖТ:

- в отведениях V1, V2 - продолжительность начального R ≥ 30 мс, зазубренность нисходящей части зубца S, расстояние от начала комплекса QRS до максимального пика зубца S > 70 мс; следует отметить важность анализа критериев в обоих отведениях, поскольку иногда они могли быть видны лишь в отведении V2 [18];
- в отведении V6 - наличие любого зубца Q.

Результаты проведенных работ показали, что при одновременной оценке морфологических критериев во всех трех отведениях - V1, V2, V6, значительно повышалась диагностическая точность (ДТ), ЧВ, СП диагностики ЖТ [1, 9, 10, 18].

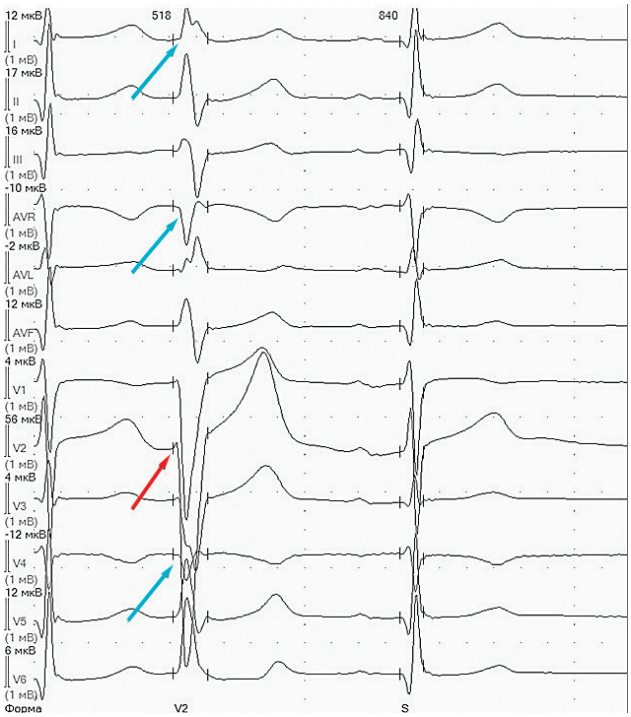

Рис. 1. Пример определения границ комплексов QRS. В большинстве отведений отмечается изоэлектричное начало QRS (примеры в отведениях I, AVR, V4 отмечены голубыми стрелками); в отведении V2 комплекс с неизоэлектричным началом (отмечен красной стрелкой).

Дополнительный анализ времени внутреннего отклонения (ВВО) в отведении V6 способствовал увеличению количества правильных диагнозов [9, 10]. Значение ВВО ≤ 0,04 с было характерно для СВТ (СП 98%, ЧВ 46%), а ВВО ≥ 0,08 с - для ЖТ (СП 97%, ЧВ 55%) [10].

Вместе с тем было отмечено, что ВВО при СВТ и исходной БЛНПГ во время синусового ритма могло превышать 0,08 с, а прием пациентом ААП мог приводить к значительному удлинению зубца R > 30 мс и времени задержки пика S в отведениях V1 или V2 [9, 10]. И, наоборот, при фасцикулярных ЖТ или ЖТ, обусловленных механизмом re-entry в системе Гиса-Пуркинье, могло наблюдаться более короткое ВВО. Сообщалось также об ограничениях данных критериев для пациентов с распространенным поражением миокарда или гипертрофией левого желудочка [9]. И, наконец, дополнительные трудности могли быть обусловлены сложностью измерения интервалов при низкой скорости записи ЭКГ - 25 мм/с или «обрезкой» пика S в отведениях V1 и V2 [10].

Критерий отсутствия комплексов типа RS, продолжительности интервала RS >100 мс в грудных отведениях

Два новых критерия ЖТ в 1991 году были предложены P.Brugada [5] для улучшения точности дифференциальной диагностики ТШК: отсутствие комплексов с формой RS во всех грудных отведениях (ЧВ 21%, СП 100%) и длительность интервала RS > 100 мс в любом из грудных отведений (ЧВ 66%, СП 98% - при последовательном применении). При этом QR, QRS, QS, R, или rSR морфологии не приравнивались к RS комплексам, а продолжительность RS измерялась для наиболее длинного интервала от начала зубца R до наиболее глубокого пика S.

Последующие работы продемонстрировали более низкие значения ЧВ и СП данных критериев. Так, в исследовании J.M.Miller от 2006 года ЧВ первого и второго критериев составила 29% и 72%, а СП 88% и 92%, соответственно [23], а по результатам A.Vereckei ЧВ была равна 22,4-22,8% и 56,5-72,5%, а СП 94,6-98,2% и 84-84,9%, соответственно [11, 24]. Ограничением для их использования оказалась сложность или невозможность измерения интервалов RS при ТШК с высокой ЧСЖ, когда наложение QRS комплексов на предшествующий сегмент ST или зубец T приводило к затруднению распознавания их начала [10]. Неверно выделенные границы комплексов или невозможность их определения могли стать причиной неправильной оценки морфологических критериев ЖТ или СВТ и ошибок при постановке диагноза. На рис. 2 представлен пример наложения комплексов QRS на предшествующие зубцы T, во время полиморфной ЖТ с ЧСЖ 217 в 1 мин. Высокая частота тахикардии обуславливает трудности определения начала комплексов QRS и их формы в некоторых отведениях.

Критерий отношения скорости начальной и конечной активации желудочков (Vi40/Vt40)

Критерий Vi_{40}/Vt_{40}, предложеный в 2007 году A.Vereckei, G.Duray [24], вошел в состав их двух четырехступенчатых алгоритмов. Данный признак в алгоритме от 2007 года измерялся путем определения напряжения в милливольтах на ЭКГ по вертикали в течение первых 40 мс (Vi) и терминальных 40 мс (Vt) в би- или многофазном комплексе QRS такого отведения ЭКГ, в котором начало и конец ясно визуализировались и начальная активация желудочка была самая быстрая [24], а в алгоритме от 2008 года - только в отведении aVR [11]. Отношение $Vi_{40}/Vt_{40} > 1$ предполагало СВТ, а $Vi_{40}/Vt_{40} < 1$ предполагало ЖТ. Если же в течение начальных или конечных 40 мс комплекса QRS регистрировались и положительные, и отрицательные отклонения, то для расчета величины Vi или Vt суммировались их абсолютные значения. Точность данного критерия для диагностики ЖТ составила 82,2% и 89,3%, ЧВ 82,2% и 90,7%, СП 81,9% и 87,5% в исследованиях от 2007 и 2008 года, соответственно. Ограничением его использования было отсутствие би- или многофазных QRS комплексов и высокая ЧСЖ при ТШК.

Время пика R зубца (RWPT) во втором стандартном отведении

Еще один критерий ЖТ - RWPT (R-wave peak time) ≥ 50 мс во втором стандартном отведении, предложенный L.F.Pava, P.Perafán в 2010 году [25], определялся авторами как время от начала комплекса QRS до любого первого (положительного или отрицательного) изменения его полярности. Высокая СП (99%) этого признака при ЧВ 93% по данным оригинального исследования в последующем была подтверждена результатами работы T.Datino, J.Almendral, где она составила 97%, а ЧВ при этом оказалась гораздо ниже (67%) [26]. Недостатком критерия была сложность определения начала комплекса QRS в случае высокой ЧСЖ тахикардии.

Алгоритмы и комбинации критериев дифференциальной диагностики

Один из самых ранних алгоритмов дифференциальной диагностики ЖТ был предложен M.Dancy, D.Ward в 1985 году [7], однако он не получил широкого распространения из-за сложности и необходимости анализа исходной ЭКГ во время синусового ритма, которой часто не было в наличии. В последующем были описаны упоминавшиеся нами ранее критерии H.J.Wellens, P.Brugada [8], которые, помимо характерной для ЖТ и СВТ формы комплексов QRS в отведениях V1 и V6 при БПНПГ и БЛНПГ, включали такие признаки ЖТ как АВ диссоциацию, отклонение ЭОС влево > -30°, ширину комплексов QRS > 140 мс, положительную или отрицательную конкордантность в грудных отведениях. Данные критерии получили широкое распространение и в последующем вошли в состав многих алгоритмов дифференциальной диагностики.

Похожие на предыдущие [5, 8], но слегка модифицированные и дополненные дифференциально-диагностические критерии были предложены в 1995 году B.J.Drew, M.M.Scheinman [10]. Они позволили авторам правильно дифференцировать 90% ТШК [10]. При диагностике ЖТ в трех случаях диагноз оказался неверным (одна - фасцикулярная, две другие - обусловленные механизмом macro re-entry в ножках пучка Гиса). Десять ТШК не имели вышеописанных критериев, имели

критерии неправильного диагноза или противоречивые признаки в отведениях V1 и V6 (т.е. одновременно предполагающие и ЖТ, и СВТ с аберрацией) [10]. Таким образом, получение противоположных результатов при анализе морфологий комплексов в различных отведениях, стало одним из важных лимитирующих факторов для использования данных и подобных критериев дифференциальной диагностики [5, 8, 10, 31].

Вышеописанные противоречия не были характерны для большинства иерархических (ступенчатых) алгоритмов дифференциальной диагностики ЖТ и СВТ, среди которых наибольшую известность приобрели такие, как алгоритм P.Brugada [5], A.Vereckei, G.Duray. (2007) [24] и A.Vereckei, G.Duray (2008) (AVR) [11].

Алгоритм P.Brugada позволил авторам правильно диагностировать 379 из 384 (98,7%) ЖТ (ЧВ 98,7%, СП 96,5%) и 164 из 170 (96,5%) СВТ (СП 98,7%, ЧВ 96,5%); 2% ТШК были неверно дифференцированы в связи с невозможностью определения формы комплексов в грудных отведениях: RS или QS [5]. В более поздних работах [10, 15, 27-29] ЧВ и СП для диагностики ЖТ оказались несколько хуже, чем описанные в оригинале [5] (ЧВ 88,2-89,2%, СП 73,2-73,3%, ДТ 84,8-85,5% [11, 24]; ЧВ 79-91%, СП 43-70% [28, 29]). При этом еще более худшие результаты отмечались у пациентов с исходным нарушением внутрижелудочковой проводимости и идиопатическими ЖТ [24, 10, 15].

Алгоритм A.Vereckei, G.Duray от 2007 году позволил авторам правильно поставить диагноз в 409 из 453 случаев ТШК [24], а алгоритм AVR [11] - в 421 из 482 случаев ТШК (ДТ 90,3%, ЧВ 95,7%, СП 72,4%, и ДТ 91,5%, ЧВ 96,5%, СП 75% для диагностики ЖТ, соответственно [11, 24]). Низкие дифференциально-диагностические возможности алгоритмов A.Vereckei, G.Duray от 2007 и 2008 года отмечались в отношении аритмий у пациентов с передне-перегородочными ИМ, рубцовыми изменениями миокарда; при идиопатических и фасцикулярных ЖТ, а также ЖТ с механизмом re-entry в или рядом с системой Гиса-Пуркинье, при СВТ с предвозбуждением желудочков [11, 24]. Кроме того, использование их было ограничено сложностью или невозможностью применения критерия Vi_{40}/Vt_{40} при ТШК с высокой ЧСЖ, а также при отсутствии бифазных или многофазных QRS комплексов.

Трехступенчатый алгоритм G.Steurer, S.Gürsoy [30], предложенный для дифференцирования ЖТ и СВТ с антероградным проведением по ДПП (ЧВ 75%, СП 100%), позволил авторам правильно диагностировать все тахикардии с предвозбуждением желудочков. При этом 37 (25%) ЖТ были, наоборот, неверно определены, как тахикардии с предвозбуждением желудочков. В последующем данные критерии были описаны и опубликованы в 1996 году P.Podrid, P Kowey. в книге «Handbook of cardiac arrhythmia» [31].

Недостатком ступенчатых алгоритмов было снижение эффективности их работы при возникновении ошибки или неопределенности установки признака на начальном этапе, что могло привести к неправильной окончательной постановке диагноза [32].

Совсем другой подход использовали E.W.Lau, R.K.Pathamanathan (Bayesian) в 2000 году [32]. Их алгоритм дифференциальной диагностики ТШК был построен по принципу Байеса, в основе которого лежал анализ отношений правдоподобия (LR), расчитанный для 19 критериев [32]. Вероятность ЖТ или СВТ определялась как произведение значений LR для критериев, выявленных в каждом конкретном случае, умноженное на коэффициент 4 (в связи с четырехкратным превышением количества ЖТ над СВТ в исследуемой группе). При наличии сомнительного ЭКГ признака, была предоставлена возможность выбора такого варианта, как «отсутствие предложенного ЭКГ критерия», что стало явным преимуществом алгоритма. При LR ≥ 1 ставился диагноз ЖТ, а LR < 1 свидетельствовало об СВТ. По результатам оригинального исследования использование байесовского алгоритма позволило правильно диагностировать 52% СВТ, 95% ЖТ, и 97% фасцикулярных ЖТ [32]. Ограничением метода являлась неспособность дифференцировать ЖТ и антидромную АВ тахикардию (оба вида аритмий были отнесены к категории ЖТ).

Еще один способ оценки вероятности ЖТ в 2015 году был предложен M.Jastrzebski, K.Sasaki [6]. С помощью бальной шкалы (VT score), в зависимости от количества специфических критериев ЖТ, рассчитывалась сумма баллов, определяющая в конечном счете степень уверенности при постановке диагноза. Такие критерии, как начальный зубец R в отведении V1; начальный r > 40 мс в V1/V2, зазубренная S в V1; начальный R в aVR, RWPT в отведении II ≥ 50 мс, отсутствие RS в V1-V6 оценивались в 1 балл каждый, а присутствие АВ диссоциации - в 2 балла. Чем большее количество баллов набиралось, тем более вероятен был диагноз ЖТ. Отсутствие всех критериев свидетельствовало в пользу СВТ. Так, в группе из 684 ТШК при

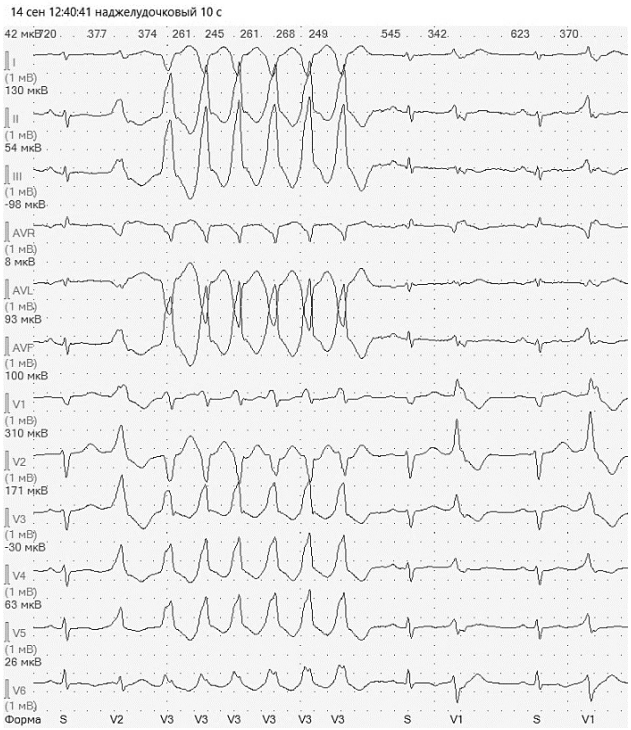

Рис. 2. Пример наложения комплексов QRS на предшествующие зубцы T, во время полиморфной ЖТ с ЧСЖ 217 в 1 мин.

сумме баллов ≥ 1 ЖТ диагностировалась с ДТ 82,7%, СП 63,2%, ЧВ 93,3%, а при сумме баллов ≥ 4 ЖТ - с ДТ 56,1%, СП 100%, ЧВ 32,6%.

По результатам M.Jastrzebski, K.Sasaki, 2015 году [6] новый способ дифференциальной диагностики превосходил некоторые другие методы ЭКГ: в группе из 786 ТШК точность шкалы VT score оказалось выше при сумме баллов ≥ 1 (ДТ 83,1%, СП 63,4%, ЧВ 93,6%), чем у алгоритма AVR [11], P.Brugada [5] и критерия RWPT во II отведении [25].

Особенности морфологических критериев у пациентов с исходными изменениями ЭКГ во время синусового ритма (перенесенный ИМ, органическая БНПГ, изменение внутрижелудочковой проводимости под влиянием ААП) и с идиопатическими ЖТ

По мере изучения и применения разработанных критериев и алгоритмов дифференциальной диагностики стало понятно, что некоторые из них имели высокую диагностическую ценность лишь у пациентов с перенесенным ИМ [11, 18], в то время как для других категорий больных их точность, наоборот, была ниже. К примеру, высокая эффективность критериев ЖТ для ТШК с формой БЛНПГ, предложенных H.J.Wellens, P.Brugada в 1987 году [8], отмечалась только у больных с перенесенным ИМ, которые в данном исследовании составили 82% от всех пациентов с ЖТ (ЧВ 100%, СП 71%), а при структурно нормальном сердце или без ишемической кардиомиопатии ЧВ составила всего лишь 50% и СП 71% [33].

Одновременно с этим было выявлено, что у пациентов с ЖТ и перенесенным ИМ в отведении V1 регистрировались более длинные интервалы до максимального пика зубца S, более широкие QRS комплексы, а в отведении V6 чаще встречались зубцы Q, чем при идиопатических ЖТ или СВТ [16, 33]. Кроме того, отдельные работы обнаружили, что комплексы QS в отведениях V5, V6 и QR в любых отведениях, кроме AVR, также наблюдались только у пациентов с ЖТ и перенесенным ИМ (89%) и не встречались при идиопатических ЖТ [16].

В то же время было установлено, что у пациентов с исходной БНПГ во время синусового ритма диагностическая ценность многих критериев и алгоритмов, напротив, была хуже [5, 12, 18]. К примеру, по данным T.Alberca, J.Almendral от 1997 года [15] только 5 из 12 проанализированных критериев показали СП > 90%:

- форма комплексов Rsr′ или Rr’ в отведении V1 при БПНПГ (СП 98%);
- QS, QR или R в отведении V6 при БПНПГ (СП 98%);
- любой Q в отведении V6 при БЛНПГ (СП 92%);
- конкордантные паттерны во всех грудных отведениях (СП 100%);
- отсутствие RS комплексов во всех грудных отведениях (СП 91%).

Остальные критерии: QRS > 140 мс; отклонение ЭОС влево (от -30°до -90°) при БПНПГ; правая верхняя ось (от -90°до -180°) при БПНПГ; монофазный R или двухфазные qR, QR, Rs или RS в отведении V1 при БПНПГ; соотношение R/S < 1 в V6 при БПНПГ; R > 30 мс в отведении V1 или V2 при морфологии БЛНПГ; продолжительность от начала комплекса QRS до пика зубца S > 60 мс в отведении V1 или V2 при БЛНПГ; зазубрина на нисходящей части зубца S при БЛНПГ; интервал RS > 100 мс в одном грудных отведений имели СП 43%, 54%, 87%, 80%, 85%, 78%, 66%, 69%, 63%, соответственно.

У пациентов с исходной БНПГ во время синусового ритма СП четырех комбинированных критериев H.J.Wellens, P.Brugada от 1987 (в отведениях V1, V2 - начальный R > 30 мс; зазубренность нисходящей части зубца S; расстояние от начала комплекса QRS до максимального пика зубца S ≥ 70 мс; в отведении V6 - наличие любого зубца Q) составила лишь 55% (59 из 132), в отличие от результатов предыдущих исследований [15].

Также, согласно данным исследования T.Alberca, J.Almendral от 1997 года при проверке алгоритма P.Brugada (1991) у пациентов с исходной БНПГ, несмотря на высокую СП диагностики ЖТ (91%) первого критерия (отсутствие RS во всех грудных отведениях), отмечалась низкая СП (63%) второго критерия (RS > 100 мс) и еще более низкая СП их последовательного применения (57%). При этом в случае исходной БПНПГ СП первого и второго критериев составила 81% и 84% (последовательно 68%), а при БЛНПГ - 98% и 50% (последовательно 50%) [15]. Диагностическая ценность алгоритма P.Brugada в целом также была более низкой (ДТ 85,8%, ЧВ 92,2%, СП 57,7%) [24].

Следует отметить, что у пациентов с исходным нарушением внутрижелудочковой проводимости ниже оказалась и СП алгоритмов A.Vereckei от 2007 года [24] и от 2008 года (AVR алгоритм) [11] - 65,4% и 67%, соответственно [24, 26].

Ограниченную ценность имела длительность комплексов QRS > 140 мс при исходной БНПГ (СП 43%), что согласуется с хорошо известной ассоциацией между нарушением внутрижелудочковой проводимости и структурными изменениями сердца [15, 26].

Лучшие результаты для пациентов с органической БНПГ показал критерий RWPT ≥ 50 мс в отведении II (СП 97%; ЧВ 67%), а также сочетанное использование RWPT ≥ 50 мс и отсутствия комплексов RS в грудных отведениях (СП 97%, ЧВ 88%) [26].

В 2011 году A.P.Wijnmaalen, W.G.Stevenson [34] предложили алгоритм для дифференциальной диагностики рубец-связанной ЖТ с исходной БЛНПГ и идиопатических ЖТ на фоне синусового ритма. Наличие любого из таких признаков, как локализация переходной зоны после отведения V4, зазубрина на нисходящей части зубца S в отведении V1, V2 или длительность интервала от начала комплекса QRS до максимального пика зубца S в отведении V1 более 90 мс, свидетельствовало о рубец-связанной ЖТ с формой БЛНПГ. Отсутствие перечисленных критериев характеризовало тахикардию как «идиопатическую» (ЧВ 96%, СП 83%).

К изменению некоторых временных характеристик комплексов и, соответственно, к ухудшению работы отдельных критериев [15, 25, 35, 36] приводил прием ААП, преимущественно класса I или III. Так, наиболее часто у пациентов с суправентрикулярными нарушениями ритма под действием антиаритмической

терапии отмечалось увеличение длительности QRS более 140 мс [15], более 160 мс [35, 36] и удлинение интервала RS > 100 мс в грудных отведениях [24, 36], что могло привести к ошибочной диагностике ЖТ.

Описано также снижение СП алгоритма P.Brugada до 75% (при ЧВ 95,9% и ДТ 95,4%) у пациентов, принимавших ААП класса I и амиодарон [24]. В то же время, отдельные работы демонстрировали, что на некоторые критерии, такие как, продолжительность начального зубца r или q > 40 мс в отведении AVR, изменение отношения Vi40/Vt40 и на точность алгоритма AVR [11], антиаритмическая терапия не влияла [11]. При этом сохранение эффективности работы признака Vi40/Vt40, по мнению A.Vereckei, G.Duray [11, 24], было обусловлено одновременным уменьшением значений Vi40 и Vt40 под воздействием препаратов, замедляющих проводимость в системе Гиса-Пуркинье и/или миокарде желудочков. Тем не менее, авторы [11, 24] не исключали возможность снижения точности данного критерия у пациентов с локальными, например, рубцовыми изменениями в миокарде, которые могли повлиять только на один из показателей - Vi40 или Vt40, и привести к неправильной диагностике ЖТ или СВТ [11, 24].

Говоря об идиопатических ЖТ, следует признать, что эффективность применения некоторых критериев и алгоритмов также оказалась не такой высокой, как было описано в оригинальных работах [15, 16, 24, 26, 27]. К примеру, по данным A.Vereckei (2007) [24] длительность интервала RS при идиопатических ЖТ составила 60-80 мс, что могло приводить к ошибочному диагнозу СВТ, а точность работы алгоритма P.Brugada составила только 67,6% [24]. Точно также у больных с фасцикулярными ЖТ по результатам F.R.Andrade, M.Eslami от 1996 года во всех случаях в грудных отведениях интервал RS был < 80 мс [27]. К тому же, как упоминалось ранее, комплексы QS в отведениях V5, V6 и комплексы QR в любых отведениях, кроме aVR, не были характерны для идиопатических ЖТ [16].

Современные способы решения проблемы дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS

Для практического использования до 2019 года был рекомендован алгоритм дифференциальной диагностики ТШК, предложенный ACC/AHA/ESC [37]. Он включал комплексную оценку клинических данных, медикаментозных проб, оценку регулярности ритма, АВ проведения, морфологических критериев [38].

В 2019 году Н.Б.Шлевков и Х.Ф.Салами предложили и подробно описали в своих публикациях новые критерии ЖТ с формой БПНПГ и БЛНПГ, а также дифференциально-диагностические признаки антидромных СВТ с левосторонними и правосторонними ДПП и СВТ с аберрантным проведением по типу БПНПГ и БЛНПГ [39, 40]. Тем не менее, данные критерии еще не прошли проверки в других исследованиях. Другие русскоязычные публикации последних лет содержат сведения, в большей степени посвященные оценке ранее предложенных критериев и алгоритмов [41-44].

В клинических рекомендациях European Society of Cardiology от 2019 года [45] представлен перечень известных критериев дифференциальной диагностики, которые, по мнению общества кардиологов, обладают наибольшей достоверностью. Их использование позволяет поставить диагноз ЖТ или СВТ с высокой степенью вероятности, однако они также не обладают 100% точностью. При этом на данный перечень критериев распространяются все вышеперечисленные в обзоре ограничения.

Одним из возможных решений данной проблемы является создание автоматизированной программы, позволяющей производить комплексный анализ таких нарушений ритма с использованием одновременно нескольких критериев и алгоритмов, включая метод нейронных сетей. Это позволит уменьшить степень субъективности при оценке амплитудно-временных параметров, расширить объем изучаемых выборок, облегчить обработку данных, поможет разработать новые диагностические признаки. В 2019 году нами была проведена работа по автоматическому распознаванию широких комплексов QRS в программе холтеровского мониторирования [46], которая показала перспективность развития данного направления и высокую точность дифференцирования суправентрикулярных и желудочковых эктопических комплексов при использовании нейронных сетей (ЧВ 91%, СП 91%, ДТ 91%). Дальнейшее совершенствование такого метода могло бы позволить увеличить точность распознавания аритмий с широкими комплексами QRS и значительно облегчить работу врачей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на многообразие морфологических критериев и способов их применения, нельзя сказать, что в настоящее время проблема дифференцирования суправентрикулярных и желудочковых аритмий с широкими QRS окончательно решена. Помимо перечисленных ограничений, следует учитывать и роль субъективной оценки при врачебном анализе. Большое количество алгоритмов и критериев, отсутствие единой схемы дифференциальной диагностики являются причиной произвольного выбора клиницистом одного или нескольких признаков, обладающих разной точностью, что может приводить к разным, нередко ошибочным заключениям. В тоже время трудоемкость «ручного анализа», отсутствие автоматического расчета амплитудных и временных характеристик часто ведет к низкой востребованности известных критериев и алгоритмов.

Таким образом, все вышеупомянутые методы ЭКГ диагностики не обладают абсолютной точностью, являются вспомогательными и могут использоваться лишь как руководство к дифференцированию аритмий с широкими комплексами QRS, поэтому дальнейшая работа по решению данного вопроса по-прежнему необходима и актуальна.

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075-15-2020-933 от 13.11.2020г о предоставлении гранта в форме суб-

сидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Павловский центр «Интегративная физиология - медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям стрессоустойчивости»».

ЛИТЕРАТУРА

1. Griffith MJ, Belder MA, Linker NJ, et al. Multivariate analysis to simplify the differential diagnosis of broad complex tachycardia. *British Peart Journal.* 1991;66(2): 166-74. DOI:10.1136/hrt.66.2.166.
2. Baenman JF, Morady F, DiCarlo LA, et al. Differentiation of ventricular from supraventricular tachycardia with aberration: Value of the clinical history. *Ann Emerg Med.* 1987;16(1): 403.
3. Stewart RB, Bardy GH, Greene HL. Wide complex tachycardia: misdiagnosis and outcome after emergent therapy. *Annals of Internal Medicine.* 1986;104(6): 766-71.
4. McGovern B, Garan H, Ruskin JN. Precipitation of cardiac arrest by verapamil in patients with Wolff-Parkinson-White syndrome. *Ann Intern Med.* 1986;104(6): 791-4.
5. Brugada P, Brugada J, Mont L, et al. A new approach to the differential diagnosis of a regular tachycardia with a wide QRS complex. *Circulation*. 1991;83(5): 1649-59. DOI:10.1161/01.cir.83.5.1649.
6. Jastrzebski M, Sasaki K, Kukla P, et al. The ventricular tachycardia score: A novel approach to electrocardiographic diagnosis of ventricular tachycardia. *Europace*. 2016;18(4): 578-84. DOI:10.1093/europace/euv118.
7. Dancy M, Ward D. Diagnosis of ventricular tachycardia: A clinical algorithm. *British Medical Journal (Clinical research ed.).* 1985;291(6501): 1036-8. DOI:10.1136/bmj.291.6501.1036.
8. Wellens HJ, Brugada P. Diagnosis of ventricular tachycardia from the 12-lead electrocardiogram. *Cardiology Clinics.* 1987;5(3): 511-25.
9. Drew BJ, Scheinman MM. Value of electrocardiographic leads MCL1, MCL6 and other selected leads in the diagnosis of wide QRS complex tachycardia. *Journal of the American College of Cardiology.* 1991;18(4): 1025-33. DOI:10.1016/0735-1097(91)90762-X.
10. Drew BJ, Scheinman MM. ECG criteria to distinguish between aberrantly conducted supraventricular tachycardia and ventricular tachycardia: Practical aspects for the immediate care setting. *Pacing and Clinical Electrophysiology: PACE.* 1995;18: 2194-208. DOI:10.1111/j.1540-8159.1995.tb04647.x.
11. Vereckei A, Duray G, Szénási G, et al. New algorithm using only lead aVR for differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia. *Heart Rhythm.* 2008;5(1): 89-98. DOI:10.1016/j.hrthm.2007.09.020.
12. Wellens HJ, Bär FW, Lie KI. The value of the electrocardiogram in the differential diagnosis of a tachycardia with a widened QRS complex. *The American Journal of Medicine.* 1978;64(1): 27-33. DOI:10.1016/0002-9343(78)90176-6.
13. Wellens HJ, Barr FW, Vanagt EJ, et al. The Differentiation between Ventricular Tachycardia and Supraventricular Tachycardia with Aberrant Conduction: The Value of the 12-Lead Electrocardiogram. In. What's New in Electrocardiography (Ed. Wellens HJJ, Kulbertus HE) 1981: 184-199.
14. Marriott HJ. Differential diagnosis of supraventricular and ventricular tachycardia. *Cardiology*. 1990;77(3): 209-20. DOI:10.1159/000174602.
15. Alberca T, Almendral J, Sanz P, et al. Evaluation of the specificity of morphological electrocardiographic criteria for the differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia in patients with intraventricular conduction defects. *Circulation.* 1997;96(10): 3527-33.
16. Coumel P, Leclercq JF, Attuel P, et al. The QRS morphology in post-myocardial infarction ventricular tachycardia. A study of 100 tracings compared with 70 cases of idiopathic ventricular tachycardia. *Eur Heart J.* 1984;5(10): 792-805. DOI: 10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a061568.
17. Miller JM, Das MK, Arora R, et al. Differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia. In. Cardiac Electrophysiology. From Cell to Bedside (Ed Zipes DP, Jalife J). 2004:747-757.
18. Kindwall KE, Brown J, Josephson ME. Electrocardiographic criteria for ventricular tachycardia in wide complex left bundle branch block morphology tachycardias. *The American Journal of Cardiology*. 1988;61(15):1279-83. doi:10.1016/0002-9149(88)91169-1.
19. Volders PG, Timmermans C, Rodriguez LM, et al. Wide QRS complex tachycardia with negative precordial concordance: always a ventricular origin? *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2003;14: 109-11.
20. Sandler IA, Marriott HJ. The differential morphology of anomalous ventricular complexes of RBBB-type in lead V1; Ventricular ectopy versus aberration. *Circulation*. 1965;31: 551-6. DOI:10.1161/01.cir.31.4.551.
21. Dongas J, Lehmann MH, Mahmud R, et al. The value of pre-existing bundle branch block in the electrocardiographic differentiation of supraventricular from ventricular origin of wide complex tachycardia. *Am J Cardiol.* 1985;55: 717-21.
22. Guo H, Hecker S, Lévy S, et al. Ventricular tachycardia with QRS configuration similar to that in sinus rhythm and a myocardial origin: differential diagnosis with bundle branch reentry. *Europace*. 2001;3(2): 115-23.
23. Miller JM, Das MK, Yadav AV, et al. Value of the 12-Lead ECG in Wide QRS Tachycardia. *Cardiology Clinics.* 2006;24(3): 439-451.
24. Vereckei A, Duray G, Szénási G, et al. Application of a new algorithm in the differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia. *European Heart Journal.* 2007;28(5): 589-600. DOI:10.1093/eurheartj/ehl473.
25. Pava LF, Perafan P, Badiel M, et al. R-wave peak time at DII: A new criterion for differentiating between wide complex QRS tachycardias. *Heart Rhythm.* 2010;7(7): 922-6. DOI: 10.1016/j.hrthm.2010.03.001.
26. Datino T, Almendral J, Avila P, et al. Specificity of electrocardiographic criteria for the differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia in patients with intraventricular conduction defect. *Heart Rhythm.* 2013;10(9): 1393-401. DOI: 10.1016/j.hrthm.2013.07.006.
27. Andrade FR, Eslami M, Elias J, et al. Diagnostic clues

from the surface ECG to identify idiopathic (fascicular) ventricular tachycardia: Correlation with electrophysiologic findings. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology.* 1996;7(1): 2-8. DOI:10.1111/j.1540-8167.1996.tb00454.x.
28. Isenhour JL, Craig S, Gibbs M, et al. Wide-complex tachycardia: continued evaluation of diagnostic criteria. *Acad Emerg Med.* 2000;7(7): 769-73.
29. Herbert ME, Votey SR, Morgan MT, et al. Failure to agree on the electrocardiographic diagnosis of ventricular tachycardia. *Ann Emerg Med.* 1996;27(1): 35-8.
30. Steurer G, Gürsoy S, Frey B, et al. The differential diagnosis on the electrocardiogram between ventricular tachycardia and preexcited tachycardia. *Clin Cardiol.* 1994;17(6): 306-8.
31. Podrid P, Kowey P. Handbook of cardiac arrhythmia. Baltimore: Williams and Wilkins. 1996: 459.
32. Lau EW, Pathamanathan RK, Ng GA, et al. The Bayesian approach improves the electrocardiographic diagnosis of broad complex tachycardia. *Pacing and Clinical Electrophysiology: PACE.* 2000;23: 1519-26.
33. Griffith MJ, Belder MA, Linker NJ, et al. Difficulties in the use of electrocardiographic criteria for the differential diagnosis of left bundle branch block pattern tachycardia in patients with a structurally normal heart. *European Heart Journal.* 1992;13(4): 478-83. DOI:10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a060200.
34. Wijnmaalen AP, Stevenson WG, Schalij MJ, et al. ECG identification of scar-related ventricular tachycardia with a left bundle-branch block configuration. *Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology.* 2011;4(4): 486-93. DOI:10.1161/CIRCEP.110.959338.
35. Crijns HJ, van Gelder IC, Lie KI. Supraventricular tachycardia mimicking ventricular tachycardia during flecainide treatment. *Am J Cardiol.* 1988;62(17): 1303-6.
36. Le Davay M, Victor J, Dupuis JM, et al. Tachycardies à QRS larges: Limites des critères électrocardiographiques chez les patients sous antiarythmiques. *Ann Cardiol Angéiol*. 1994;43: 253-255.
37. Ревишвили АШ, Ардашев АВ, Бойцов СА. ВНОА. Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических устройств // М.: Новая редакция. 2013: 596. [Revishvili AS, Ardashev AV, Boytsov SA. VNOA. Clinical guidelines for electrophysiological studies, catheter ablation and the use of implantable antiarrhythmic devices // M.: New edition. 2013: 596. (In Russ.)].
38. Blomström-Lundqvist C, Scheinman MM, Aliot EM, et al. ACC/AHA/ESC guidelines for the management of patients with supraventricular arrhythmias-executive summary. *J Am Coll Cardiol.* 2003;42(8): 1493-1531. DOI:10.1016/j.jacc.2003.08.013.
39. Шлевков НБ, Салами ХФ, Киктев ВГ и др. Новые ЭКГ-критерии дифференциальной диагностики тахикардий с «широкими» комплексами QRS по типу блокады правой ножки пучка Гиса. *Терапевтический архив*. 2019;91(4): 83-89. [Shlevkov NB, Salami KF, Kiktev VG, et al. New ECG criteria for differential diagnosis of wide QRS complex tachycardias with right bundle branch block pattern. *Therapeutic Archive*. 2019; 91 (4): 83-89 (In Russ.)].
40. Салами ХФ, Шлевков НБ, Новиков ПС и др. Новые электрокардиографические критерии для дифференциальной диагностики тахикардий с расширенными комплексами QRS по типу блокады левой ножки пучка Гиса. *Сибирский медицинский журнал*. 2019;34(1): 98-106. [Salami HF, Shlevkov NB, Novikov PS, et al. New Electrocardiographic Criteria for Differential Diagnosis of Tachycardias with Advanced QRS Complexes According to the Type of Blockade of Left Bundle of His. *The Siberian Medical Journal*. 2019;34(1): 98-106 (In Russ.)]. DOI:10.29001/2073-8552-2019-34-1-98-106.
41. Лебедев ДС. Тахикардии с широкими комплексами QRS (дифференциальный диагноз, лечебная тактика). *Вестник аритмологии.* 1998;7: 65-73. [Lebedev DS. Wide complex QRS tachycardia (Differential diagnosis, management). *Journal of Arrhthmology.* 1998;7: 65-73 (In Russ.).]
42. Медведев ММ, Парижский АБ. Почему «не работают» электрокардиографические алгоритмы дифференциальной диагностики тахикардий с широкими комплексами QRS. *Вестник аритмологии.* 2020;27(2): 54-66. [Medvedev MM, Parizhskiy AB. Why "don't work" electrocardiographic algorithms for differential diagnostics of wide QRS tachycardia. *Journal of Arrhythmology.* 2020;27(2): 54-66 (In Russ.)] DOI: 10.35336/VA-2020-2-54-66
43. Медведев ММ. Дифференциальная диагностика тахикардий с широкими комплексами QRS: от «классических» признаков к первым алгоритмам. *Вестник аритмологии*. 2019;26(3): 48-56. [Medvedev MM. Differential diagnosis of tachycardia with wide QRS complexes: from «classical» signs to the first algorithm. *Journal of Arrhythmology.* 2019;26(3): 48-56(In Russ.)] DOI: 10.35336/VA-2019-3-48-56.
44. Katritsis DG, Brugada J. Differential Diagnosis of Wide QRS Tachycardias. *Arrhythmia & Electrophysiology Review*. 2020;9(3): 155-60. DOI: 10.15420/aer.2020.20.
45. Brugada J, Katritsis DG, Arbelo, E at al. 2019 ESC Guidelines for the management of patients with supraventricular tachycardia. *European Heart Journal*. 2019;00: 1-66.
46. Буданова МА, Чмелевский МП, Трешкур ТВ и др. Распознавание желудочковых и суправентрикулярных аритмий с широкими QRS с помощью автоматического анализа при комплексном применении морфологических критериев и алгоритмов. *Кардиология.* 2019;59(3S): 36-42. [Budanova MA, Chmelevsky MP, Treshkur TV et al. Automatic detection of ventricular and supraventricular wide QRS arrhythmias using complex of morphological criteria and algorithms. *Kardiologiia.* 2019;59(3S): 36-42 (In Russ.)].