

<https://doi.org/10.35336/VA-2019-3-15-28>

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ АРИТМИЙ С ШИРОКИМИ КОМПЛЕКСАМИ QRS С ФОРМОЙ БЛОКАДЫ ЛЕВОЙ НОЖКИ ПУЧКА ГИСА

М.А.Буданова¹, М.П.Чмелевский^{1,2}, Т.В.Трешкур¹, В.М.Тихоненко³

¹ФГБУ «Национальный Медицинский Исследовательский Центр им. В.А. Алмазова» МЗ РФ, Санкт-Петербург, Россия, ²EP Solutions SA, Yverdon-les-Bains, Switzerland, ³ЗАО «Институт кардиологической техники (ИНКАРТ)», Санкт-Петербург, Россия

Введение. Дифференцирование желудочковых и суправентрикулярных аритмий с широкими комплексами QRS с формой блокады левой ножки пучка Гиса (ЛНПГ), представляется одной из наиболее сложных диагностических задач при отсутствии чётко различимых зубцов Р на поверхностной ЭКГ. Описанные в литературе критерии дифференциальной диагностики показали невысокую диагностическую точность, особенно для пациентов различных клинических групп и при приёме антиаритмических препаратов. Отсутствие клинических, анамнестических и инструментальных данных при интерпретации ЭКГ приводит к невозможности использовать эту информацию как вспомогательную, увеличивает количество ошибочных диагнозов и неправильной лечебной тактики. В связи с этим актуальным является поиск новых амплитудно-временных характеристик, позволяющих дифференцировать аритмии с широкими комплексами QRS и формой блокады ЛНПГ у пациентов любых клинических групп.

Материал и методы. В исследование было включено 28 пациентов с одиночными широкими эктопическими комплексами QRS с формой блокады ЛНПГ, выявленными при односуточном и многосуточном мониторинге ЭКГ (ЗАО «ИНКАРТ», Россия). У 14 больных регистрировались наджелудочковые экстрасистолы (НЖЭ) и у 14 - желудочковые эктопические комплексы (ЖЭК) во время синусового ритма. Для всех пациентов проводился анализ 10 типичных одиночных широких эктопических комплексов QRS с формой блокады ЛНПГ с автоматическим определением с помощью программы KT Result 3 (ЗАО «ИНКАРТ», Россия) границ и продолжительности комплексов QRS, угла альфа и времени внутреннего отклонения (ВВО) в 12 отведениях. Также проводилась экспертная оценка формы комплексов QRS и расположения переходной зоны в отведениях V1-V6. Для качественной и количественной оценки диагностической значимости характерных для ЖЭК и НЖЭ амплитудно-временных показателей использовался ROC-анализ с определением оптимального порога отсечения (cut-off value) и информативности диагностического теста на основании чувствительности (ЧВ), специфичности (СП) и диагностической точности (ДТ). Сравнение диагностической ценности исследуемых морфологических и временных критериев широких комплексов QRS проводилось на основании оценки разницы площадей ROC кривых (AUC difference) и соответствующих им уровней значимости.

Результаты. Было выявлено, что для дифференциальной диагностики суправентрикулярных и желудочковых нарушений ритма с широкими комплексами QRS по типу блокады ЛНПГ при оценке продолжительности и формы комплекса QRS наибольшую информативность имеют отведения V5, V1, а для ВВО - отведения V1 и V4. Для НЖЭ были характерны такие признаки, как: продолжительность ВВО менее 68 мс в отведении V1 и менее 62 мс в отведении V4; продолжительность комплексов QRS менее 136 мс; смещение переходной зоны влево к отведениями V5, V6; наличие комплексов QS, rS или RS (где $S > R$) с низкоамплитудными зубцами r/R в отведениях V1-V4; угол альфа в стандартных отведениях от конечностей менее 80°. Во всех случаях ЖЭК продолжительность комплекса QRS была более 160 мс, а ВВО более 88 мс в любом из грудных отведений.

Выводы. В ходе данного исследования были выявлены различные критерии, которые дополняют предыдущие и могут улучшить качество дифференциальной диагностики ЖЭК и НЖЭ с аберрантным проведением по типу блокады ЛНПГ. В связи с небольшой величиной исследованной выборки данные критерии требуют проверки на более многочисленной группе пациентов с разной формой широких эктопических комплексов в виде блокады ЛНПГ при различной локализации фокуса ЖЭК и с учётом разных структурных изменений сердца.

Ключевые слова: дифференциальная диагностика, широкие комплексы QRS, предсердные экстрасистолы, желудочковые экстрасистолы, блокада левой ножки пучка Гиса, электрокардиография

Конфликт интересов: В.М.Тихоненко - генеральный директор ЗАО «Институт кардиологической техники «Инкарт»».

Рукопись получена: 30.09.2019 **Рецензии получены:** 10.10.2019 **Принята к публикации:** 28.10.2019

Ответственный за переписку: Чмелевский Михаил Петрович, E-mail: boxmch@gmail.com.

Для цитирования: Буданова М.А., Чмелевский М.П., Трешкур Т.В., Тихоненко В.М. Сравнительный анализ морфологических критериев дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS с формой блокады левой ножки пучка Гиса // Вестник аритмологии, 2019, Том 26, № 3; с. 15-28; DOI: 10.35336/VA-2019-3-15-28.

COMPARATIVE ANALYSIS OF MORPHOLOGICAL CRITERIA FOR DIFFERENTIAL DIAGNOSTICS OF WIDE QRS COMPLEX ARRHYTHMIAS WITH LEFT BUNDLE BRANCH BLOCK MORPHOLOGY

Maria A. Budanova¹, Mikhail P. Chmelevsky^{1,2}, Tatyana V. Treshkur¹, Viktor M. Tikhonenko³

¹Almazov National Medical Research Centre, Saint-Petersburg, Russia, ²EP Solutions SA, Yverdon-les-Bains, Switzerland, ³Institute of Cardiology Technics (INCART), Saint-Petersburg, Russia

Introduction. Determination of ventricular and supraventricular arrhythmias with left bundle branch block morphology (LBBB) seems to be one of the most complex diagnostic tasks when P waves are not clearly identifiable on 12-lead ECG. Previously described criteria for differential diagnosis of wide QRS arrhythmias had low accuracy especially for patients from various clinical groups and also those taking antiarrhythmic drugs. When patient's clinical data, medical history or physical examination results are not available the number of misdiagnosis may increase leading to improper treatment. Therefore, development of new temporal and amplitude based characteristics of wide QRS complex arrhythmias with LBBB morphology in patients of any clinical groups is an important task.

Methods. Twenty-eight consecutive patients with wide QRS premature beats and LBBB morphology identified by 24-hour and long-term ECG monitoring (ZAO "INCART", Russia) were enrolled in the study. Fourteen patients had premature atrial contractions (PAC) and fourteen patients had premature ventricular contractions (PVC) during sinus rhythm. For each patient 10 typical single wide QRS complexes in 12 ECG leads were analyzed. The duration of QRS complexes, time intrinsic deflection (TID) and electrical axis of the heart were determined automatically in 12 leads ECG using KT Result 3 software (ZAO "INCART", Russia). The experts assessed morphology of the QRS complexes and transition zone location in leads V1-V6. ROC analysis with optimal cut-off value level evaluation as well as calculation of sensitivity (SV), specificity (SP) and diagnostic accuracy (ACC) were performed for qualitative and quantitative assessment of diagnostic value of PAC and PVC amplitude and temporal characteristics. Comparison of diagnostic values of wide QRS complex morphological and temporal criteria was performed based on the AUC difference and the corresponding p-value assessment.

Results. The results of study found out that V5, V1 leads were more informative for assessment of QRS complex morphology and duration while V1 and V4 leads were more informative for TID calculation in differential diagnosis of wide QRS complexes arrhythmias with LBBB morphology. PAC with aberrant conduction had the following characteristics: TID < 68 ms in V1 lead and TID < 62 ms in V4 lead; QRS < 136 ms; transition zone in the leads V5, V6; QS, rS or RS complexes (with S > R) with low-amplitude r/R waves in leads V1-V4; electric axis of the heart less than 80° in standard leads. In all cases PVCs were characterized by QRS > 160 ms and TID > 88 ms in V1-V6 leads.

Conclusions. New various criteria which can improve differential diagnosis of wide QRS complexes with LBBB morphology were identified in this study. These criteria should be tested in a larger group of patients with various forms of wide QRS complex arrhythmias and different PVC localizations including information of structural heart diseases due to the small sample size in this study.

Key words: differential diagnosis, wide QRS complexes, premature atrial contractions, premature ventricular contractions, left bundle branch block, electrocardiography

Conflicts of Interest: Viktor M. Tikhonenko - CEO (Director General) of the Institute of Cardiology Technics (INCART), Saint-Petersburg, Russia

Received: 30.09.2019 **Revision Received:** 10.10.2019 **Accepted:** 28.10.2019

Corresponding author: Mikhail P. Chmelevsky, E-mail: boxmch@gmail.com.

For citation: Budanova M., Chmelevsky M., Treshkur T., Tikhonenko V. Comparative analysis of morphological criteria for differential diagnostics of wide QRS complex arrhythmias with left bundle branch block morphology // Journal of arrhythmology, 2019, Vol. 26, 3 (97), p. 15-28; DOI: 10.35336/VA-2019-3-15-28.

Одной из наиболее сложных задач дифференциальной диагностики (ДД) аритмий с широкими комплексами QRS является определение желудочковых нарушений ритма (ЖНР) с формой блокады левой ножки пучка Гиса (ЛНПГ) и суправентрикулярных аритмий с aberrантным проведением по типу блокады ЛНПГ при отсутствии чётко различимых волн Р на поверхностной ЭКГ. Наличие ретроградного вентрикуло-атриального проведения, наложение волн Р на предшествующие Т или комплексы QRS, артефакты записи также затрудняют выявление признаков АВ диссоциации, которая, хотя и является наиболее надёжным критерием ЖНР [1-9], однако может встречаться и при ритмах из атрио-вентрикулярного (АВ) соединения [8-10]. В таких

случаях, а также при выявлении широких комплексов QRS с формой блокады ЛНПГ на фоне фибрилляции предсердий, проведение ДД возможно только с помощью амплитудно-временных характеристик (так называемых морфологических критериев).

Впервые признаки желудочковых эктопических комплексов (ЖЭК), имеющих вид блокады ЛНПГ, были описаны E.J.Swanick и F.LaCamera в 1972 году [11]. В 1987 Н.Ж. Wellens и Р. Brugada [12] предложили критерии ДД желудочковых и суправентрикулярных тахикардий с формой блокады ЛНПГ, основанные на оценке амплитудных и временных параметров широких комплексов QRS в отведениях V1, V2 и V6. Последующие работы, проведённые по проверке ранее

предложенных и по разработке новых критериев [3; 9; 12-19], показали их невысокую диагностическую точность, особенно для пациентов различных клинических групп, а также при наличии структурных изменений сердца, исходной блокады ЛНПГ, фасцикулярных желудочковых тахикардиях (ЖТ) или ЖТ с механизмом re-entry в системе Гиса-Пуркинье. Кроме того, оказалось, что некоторые антиаритмические препараты, которые замедляют внутрижелудочковую проводимость, увеличивали продолжительность

QRS и приводили к значительному удлинению отдельных зубцов и интервалов, благодаря чему некоторые суправентрикулярные тахикардии (СВТ) могли «приобретать» критерии ЖТ [3; 4; 17]. Зачастую при интерпретации ЭКГ или записей холтеровских мониторов (ХМ) диагноз пациента, сопутствующие структурные изменения сердца, сведения об антиаритмической терапии остаются недоступными не только для врачей функциональной диагностики, но и для врачей скорой медицинской помощи, тера-

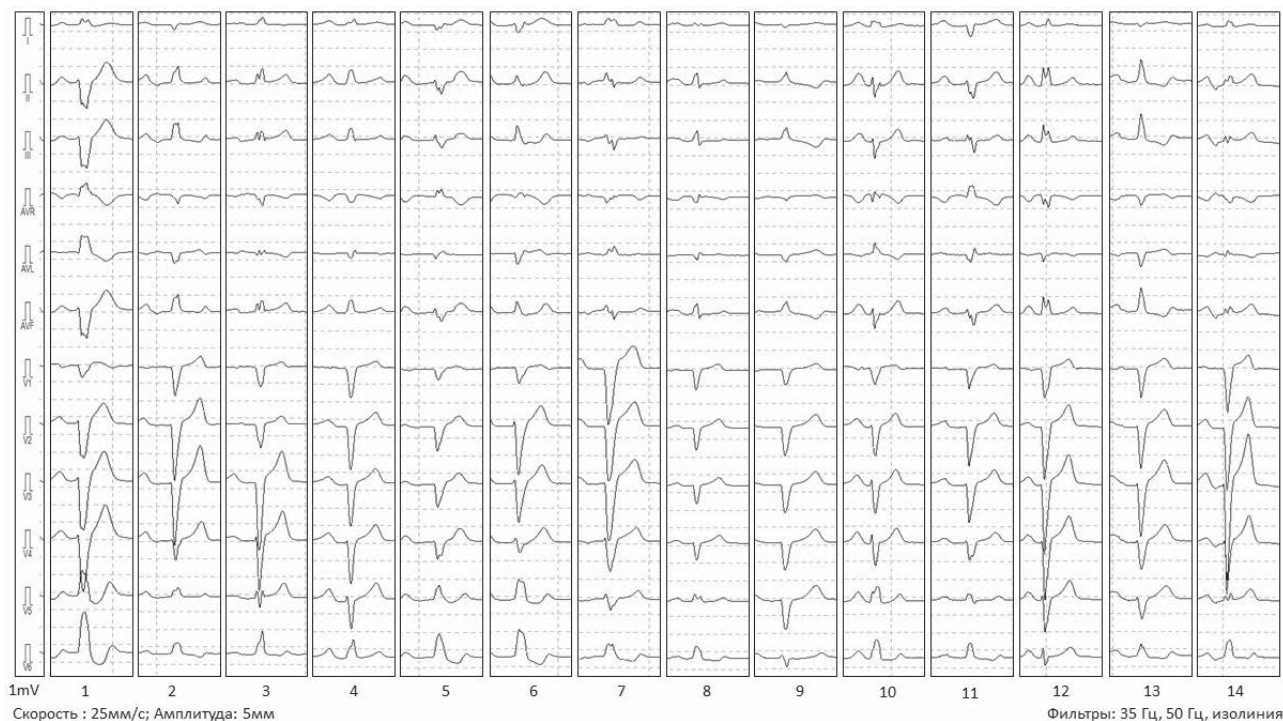


Рис. 1. Наджелудочковые экстрасистолы (НЖЭ) с абберантным проведением по типу блокады левой ножки пучка Гиса. В отдельных столбцах представлены примеры одиночных НЖЭ для каждого пациента. Внизу под каждым столбцом указан порядковый номер пациента.

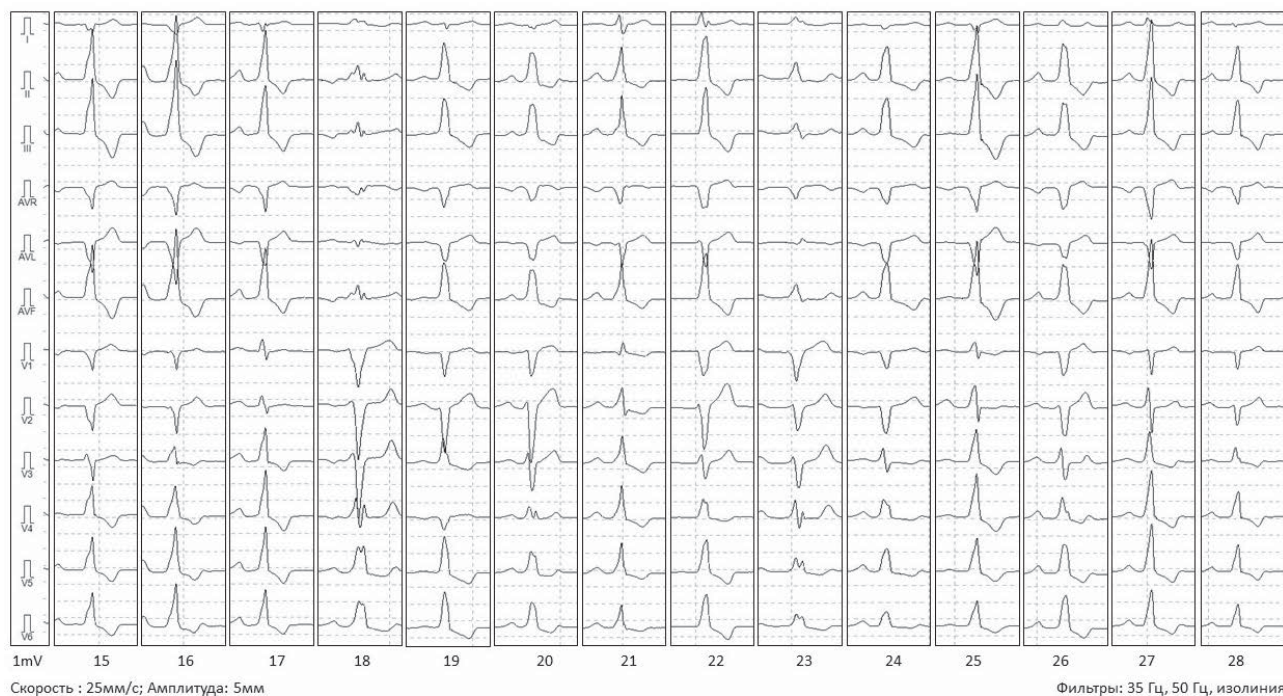


Рис. 2. Желудочковые эктопические комплексы с формой блокады левой ножки пучка Гиса. В отдельных столбцах представлены примеры одиночных комплексов для каждого пациента. Внизу под каждым столбцом указан порядковый номер пациента.

певтов, кардиологов, особенно при первичном обращении или в неотложных ситуациях. В связи с этим целью нашего исследования явился поиск новых морфологических критериев, позволяющих дифференцировать аритмии с широкими комплексами QRS и формой блокады левой ножки пучка Гиса у пациентов разных клинических групп.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Регистрация данных

В исследование было включено 28 пациентов с одиночными широкими эктопическими комплексами QRS с формой блокады ЛНПГ [20], выявленными при однократном и многосуточном мониторинге ЭКГ (ЗАО «ИНКАРТ», Россия) во время стационарного лечения по поводу нарушений ритма в ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ с 2010 по 2019 г. У 14 больных регистрировались предсердные (наджелудочковые) экстрасистолы (НЖЭ) и у 14 - ЖЭК во время синусового ритма. В исследование не включались пациенты, имевшие ЭКГ признаки дополнительных путей проведения или исходной блокады ножки пучка Гиса. Верификация диагноза ЖЭК или НЖЭ проводилась экспертами (врачами кардиологами и специалистами функциональной диагностики) на основе сопоставления ЭКГ данных с результатами эндокардиального электрофизиологического исследования, а также выявления проведения на желудочки зубца Р перед эктопическими комплексами на поверхностной и чреспищеводной ЭКГ.

Для всех больных проводился анализ 10 типичных одиночных широких эктопических комплексов QRS с формой блокады ЛНПГ при использовании стандартных фильтров изолинии, 35 Гц, 50 Гц и записи ХМ с частотой дискретизации 257 Гц. Использовалась схема наложения поверхностных ЭКГ электродов по Масону-Ликару. Примеры формы комплексов НЖЭ и ЖЭК у каждого пациента представлены на рис. 1 и 2, соответственно.

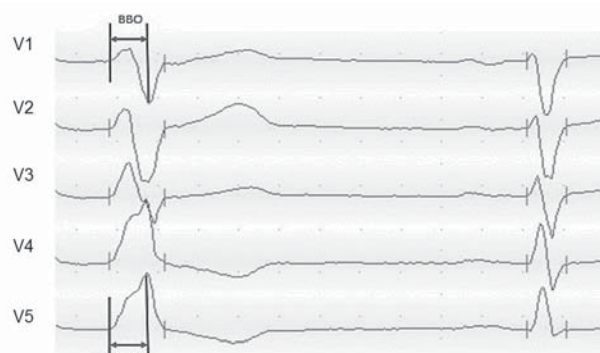


Рис. 3. Пример измерения времени внутреннего отклонения (BBO) в отведениях V1 и V5.

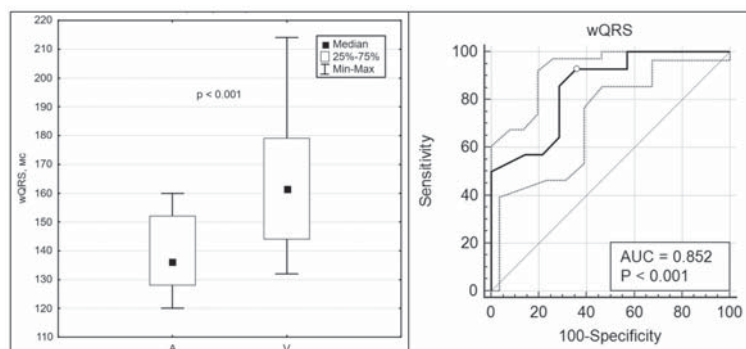


Рис. 4. Диаграмма размаха Тьюки (слева) продолжительности (wQRS) комплексов QRS НЖЭ (А) и ЖЭ (V). ROC кривая (справа) с 95% ДИ (пунктирными линиями). Пороговый критерий отсечения показан круглым маркером.

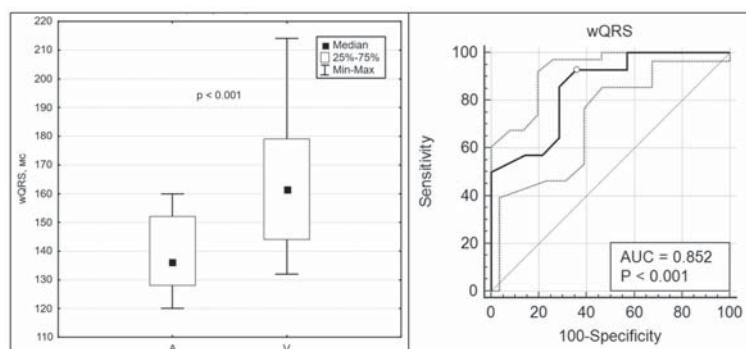


Рис. 5. Диаграмма размаха Тьюки (слева) значения угла альфа (alpha) комплексов QRS НЖЭ (А) и ЖЭ (V). ROC кривая (справа) с 95% ДИ (пунктирными линиями). Пороговый критерий отсечения показан круглым маркером.

Таблица 1.

Частота встречаемости форм QS, rS, QS и rS, высокоамплитудных зубцов R в грудных отведениях

	QS		rS		QS и rS		R > 500 мкВ	
	НЖЭ	ЖЭК	НЖЭ	ЖЭК	НЖЭ	ЖЭК	НЖЭ	ЖЭК
V1	85 (119)	31 (43)	15 (21)	46 (64)	100 (140)	77 (107)	0 (0)	21 (30)
V2	26 (37)	9 (12)	74 (103)	56 (78)	100 (140)	65 (90)	0 (0)	29 (40)
V3	6 (9)	0 (0)	93 (130)	17 (24)	99 (139)	17 (24)	0 (0)	83 (116)
V4	4 (6)	6 (8)	87 (122)	0 (0)	91 (128)	6 (8)	6 (9)	93 (130)
V5	0 (0)	0 (0)	36 (51)	0 (0)	36 (51)	0	37 (52)	100 (140)
V6	0 (0)	0 (0)	2 (3)	0 (0)	2 (3)	0	91 (127)	100 (140)

Примечание. Здесь и далее: НЖЭ и ЖЭК - наджелудочковые и желудочковые экстрасистолы, все значения указаны в формате % (N).

Обработка данных

Согласно Миннесотскому коду, зубцом R комплекса QRS считалось любое положительное отклонение от изолинии (зубец) с амплитудой 25 мкВ и более [21]. Меньшие значения расценивались как дрейф изолинии или артефакты. Любое отрицательное отклонение с амплитудой 25 мкВ и продолжительностью 20 мс, предшествующее зубцу R, обозначалось как зубец Q. Любое отрицательное отклонение с амплитудой 25 мкВ, следующее за зубцом R - как зубец S. При этом маленькие буквы q, r, s характеризовали зубцы с амплитудой 500 мкВ и менее, а зубцы R - более 500 мкВ [22]. Если весь комплекс был представлен единственным отрицательным зубцом, он обозначался как qs или QS в зависимости от амплитуды, а если единственным положительным зубцом - принимался за r или R. При наличии в комплексе QRS двух положительных зубцов, первый из них обозначался как зубец r/R, а второй - как зубец r/R' (только при наличии первого) [21].

Для всех широких комплексов QRS (N=280) в каждом из 12 отведений автоматически с помощью программы KT Result 3 (ЗАО «ИНКАРТ», Россия) определялись границы комплекса и рассчитывались следующие показатели:

- продолжительность комплекса QRS (мс);
- угол альфа (градусы) как характеристика положения электрической оси сердца (ЭОС) во фронтальной плоскости;
- время внутреннего отклонения (ВВО) (мс) в грудных отведениях, которое определялось как расстояние от начала комплекса QRS до максимального положительного или отрицательного пика зубца (пример измерения представлен на рис. 3).

Правильность автоматического определения границ комплексов проверялась экспертом (врачом функциональной диагностики) с последующей коррекцией при необходимости. Также экспертом производилась оценка формы комплексов QRS и расположение переходной зоны в отведениях V1-V6. Связь амплитуды с

продолжительностью комплексов QRS в данной работе не оценивалась.

Полученные морфологические и временные значения, а также величины угла альфа для всех 140 аберрантных и 140 желудочковых комплексов экспортировались из программы KT Result 3 в текстовом формате с помощью специально созданного программного обеспечения на базе среды быстрой разработки приложений Embarcadero RAD Studio v.10.2 (Idera inc, USA).

Статистический анализ

На первом этапе проводилась оценка характера распределения полученных в исследовании данных с использованием гистограмм и нормальных вероятностных графиков, а также с помощью критерия Шапиро-Уилка в модификации Ройстона и обобщенного теста Д'Агостино-Пирсона. Исходно значения $p < 0,05$ принимались статистически значимыми.

Все полученные данные значимо отличались от нормального распределения. В связи с этим для количественных переменных рассчитывались медианы (Me) с минимальным (min) и максимальным значениями (max) и/или 25-75% значениями (IQR), а категориальные данные представлялись в виде абсолютных значений и процентов.

На втором этапе для оценки различий между амплитудно-временными показателями ЖЭК и НЖЭ использовался U критерий Манна-Уитни с оценкой точно рассчитанного удвоенного значения p односторонней вероятности соответствующей U статистики. Для визуальной оценки характеристик изменчивости сравниваемых групп и наглядности используемых тестов строились диаграммы размаха Тьюки. Анализ различных форм комплексов QRS проводился также с использованием подробного анализа таблиц сопряженности с оценкой рассчитанных значений критерия χ^2 Пирсона.

На третьем этапе проводился ROC-анализ для качественной и количественной оценки диагностической значимости характерных для ЖЭК и НЖЭ морфологических и временных показателей. ROC кривые строились отдельно для каждого показателя с последующим подробным анализом их формы.

Оценка площади под кривыми (AUC) и их сравнение проводилось на основании значений стандартной ошибки, рассчитанной по методике Хэнли и Макнила, и точного 95% доверительного интервала (ДИ) на основе биномиального распределения. Заключение об информативности диагностического теста принималось на основании рассчитанных значений чувствительности (ЧВ), специфичности (СП) и диагностической точности (ДТ). Определение оптимального порога отсеечения (cut-off value) осуществлялось на основании критериев требования максимальной суммарной ЧВ и СП модели с учетом рассчитанного индекса Йодена. Оценка полученных уровней ЧВ, СП и ДТ выполнялась с их 95% ДИ, рассчитанными с использованием ускоренного бутстрэп анализа в качестве метода ге-

Диагностические характеристики формы QRS в 12 отведениях

Отведение	ЧВ (95% ДИ), %	СП (95% ДИ), %	AUC (95% ДИ)
I	87,9 (81-93)	50,7 (42-59)	0,61 (0,55-0,67)
II	71,4 (63-79)	83,6 (76-89)	0,75 (0,69-0,80)
III	72,1 (64-79)	89,3 (83-94)	0,79 (0,74-0,84)
aVR	100 (97-100)	50,7 (42-59)	0,73 (0,67-0,78)
aVL	43,6 (35-52)	83,6 (76-89)	0,63 (0,57-0,69)
aVF	76,4 (69-83)	88,6 (82-93)	0,80 (0,75-0,85)
V1	72,9 (65-80)	84,3 (77-90)	0,81 (0,76-0,85)
V2	37,1 (29-46)	100 (97-100)	0,73 (0,68-0,78)
V3	51,4 (43-60)	99,3 (96-100)	0,60 (0,54-0,66)
V4	64,3 (56-72)	98,6 (95-100)	0,66 (0,60-0,71)
V5	84,3 (77-90)	85,7 (79-91)	0,83 (0,78-0,87)
V6	85,7 (79-91)	53,6 (45-62)	0,70 (0,64-0,75)

Примечание. Здесь и далее: ЧВ - чувствительность, СП - специфичность, AUC - площадь под кривой, ДИ - доверительный интервал.

Таблица 2.

нерации случайных повторных выборок (resampling). Сопоставление ROC кривых для исследуемых диагностических критериев проводилось на основании оценки разницы площадей (AUC difference) с учетом стандартной ошибки по методике ДеЛонги и соответствующего уровня статистической значимости.

Для одновременной комплексной оценки разницы площадей под ROC кривыми и соответствующих им уровней значимости строились двумерные диаграммы, характеризующие различия в диагностической ценности исследуемых морфологических и временных критериев широких комплексов QRS. Кроме того, выбранные критерии сравнивались с использованием линейных диаграмм рассчитанных значений ДТ и площадей под ROC кривыми с 95% ДИ и оценкой уровней значимости между ними.

С учетом того, что в данной работе проводилась одновременная проверка большого числа гипотез на одном и том же наборе исходных данных, вероятность сделать неверное заключение в отношении хотя бы одной из гипотез значительно превысила изначально принятый уровень значимости ($p < 0,05$). В связи с этим для коррекции полученных значений на множественное тестирование использовалась поправка Бонферрони, и окончательно статистически значимыми принималось значения $p < 0,001$. Статистический анализ проводился с использованием программ Statistica v.12 (Statsoft Inc., USA), SPSS v.23 (IBM Corp., USA) и MedCalc Statistical Software v.18.5 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium).

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Клинические характеристики исследованной группы пациентов

Возраст всех больных составил 10-76 лет (медиана - 43 года), среди них - 17 мужчин (61%). У 3 пациентов была диагностирована ишемическая болезнь сердца (ИБС), у 6 - гипертоническая болезнь, у 2 - хроническая сердечная недостаточность 2 ФК (NYHA). По данным эхокардиографии у 9 пациентов была выявлена гипертрофия левого желудочка (ГЛЖ) (5 с ЖЭК и 4 с НЖЭ)

и у 3 (1 с ЖЭК и 2 с НЖЭ) - дилатационная кардиомиопатия неишемического генеза.

Анализ продолжительности комплексов QRS и угла альфа

Продолжительность (Me; min-max) комплексов QRS НЖЭ с формой блокады ЛНПГ составила 136 (120-160) мс, а для ЖЭК - 162 (132-212) мс. Положение ЭОС в виде значений угла альфа (Me; min-max) было 66° (-129° - 105°) для НЖЭ и 91° (48° - 101°) для ЖЭК. При этом комплексы QRS НЖЭ и ЖЭК статистически значимо различались по продолжительности ($p < 0,001$). ЧВ и СП (95% ДИ) составили 92,9 (87,3-96,5)% и 64,3 (55,8-72,2)%, соответственно; с критерием порога отсечения 136 мс (рис. 4). При ЖЭК с формой блокады ЛНПГ значимо чаще ($p < 0,001$) встречалось вертикальное положение ЭОС (угол альфа 80° - 100° в 86% (120)

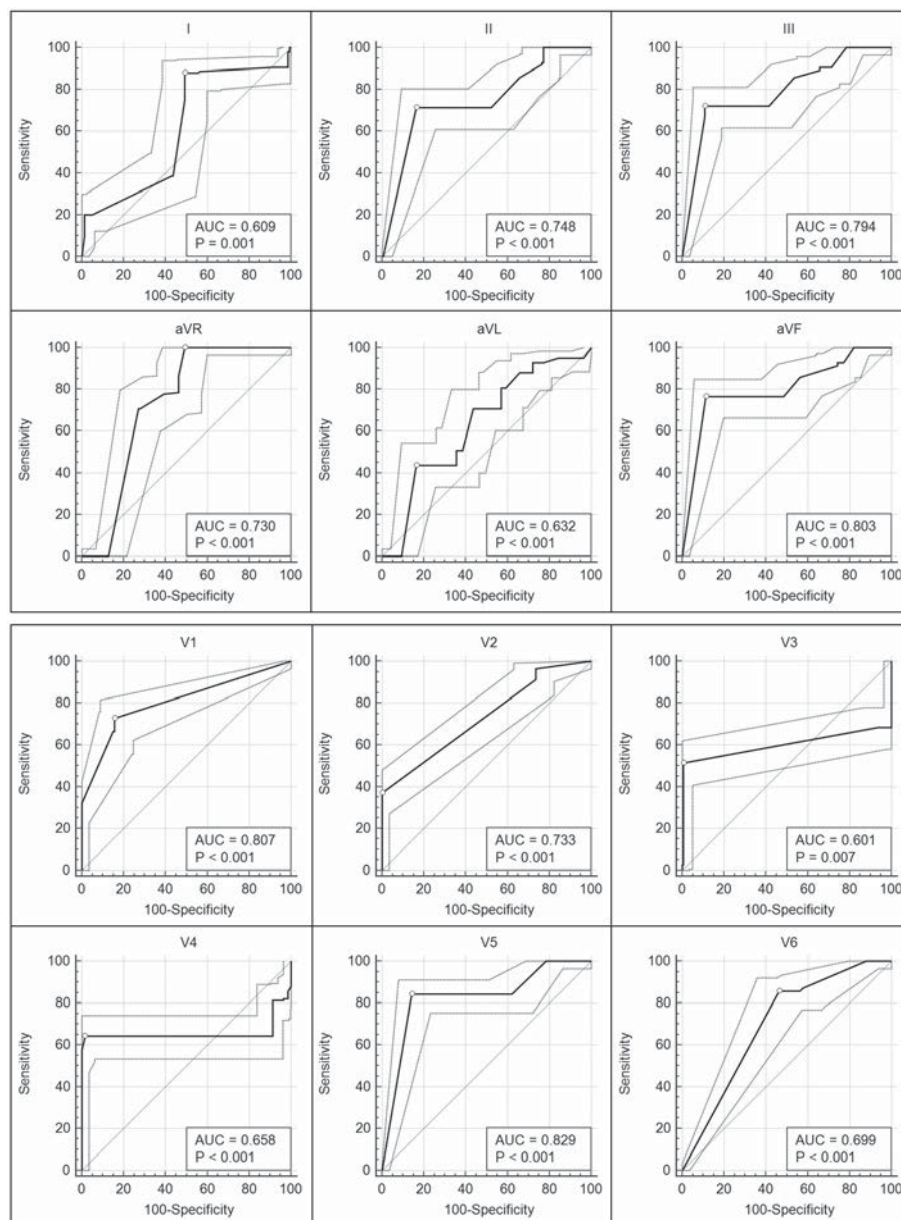


Рис. 6. ROC кривые с 95% ДИ (пунктирными линиями), характеризующие диагностическую ценность формы QRS в 12 отведениях ЭКГ. Пороговые критерии отсечения показаны круглым маркером на каждой ROC кривой. По оси Y - чувствительность (Sensitivity), по оси X - 100-специфичность (100-Specificity). Площадь под кривой (AUC) и соответствующий ей уровень значимости (P) показаны на каждом графике в правом нижнем углу.

ЖЭК и только в 22% (31) НЖЭ). ЧВ и СП (95% ДИ) составили 85,7° (77,9°-90,6°) и 78,3° (69,9°-85,3°), соответственно; с критерием порога отсечения 80° (рис. 5).

Оценка формы комплексов и переходной зоны

По результатам данной работы для всех НЖЭ было характерно смещение переходной зоны влево ($R > S$ в отведениях V5, V6), тогда как для ЖЭК переходная зона была смещена вправо ($R > S$ в отведениях V1, V2) в 21% (30/140) случаев или имела нормальное положение ($R > S$ в отведениях V3, V4) в 79% (110/140) случаев.

Ни в одном из НЖЭ не отмечалось преобладания зубца R над S в отведениях с V1 по V4 и чаще встречалась форма комплексов QS или rS. В отведении V1 такие формы регистрировались в 100% случаев: из них - 85% QS (119/140) и 15% rS (21/140). В отведении V2 - также в 100% случаев: из них - 26% QS (37/140) и 74% rS (103/140); в отведении V3 - в 99% случаев: из них - 6% QS (9/140) и 93% rS (130/140), в отведении V4 - в 91% случаев: из них - 4% QS (6/140) и 87% rS (122/140). В остальных случаях НЖЭ были представлены формами Qr, rSr', RS, Rsr'. Высокоамплитудный зубец R не встретился ни в одном НЖЭ в отведениях

с V1 по V3. В отведении V4 только у 1 пациента в 9 комплексах амплитуда зубца R была более 500 мкВ, и во всех случаях зубцы S преобладали над R (табл. 1). В отведениях V5 и V6 форма комплексов была разная (R/r, rS, Rs, rs, rSr', R, rsr', rR', Rsr', RS, qR).

Для ЖЭК с формой блокады ЛНПГ в отведениях V1-V4 встречались комплексы разной формы (rS, QS, qR, qrS, qRs, Qr, R, RS, Rs, rSr', rSR's, rSr', Rsr's, Rsr', RSR') как с преобладанием зубцов R над S(s), так и S над R(r), а в отведениях V5 и V6 все комплексы имели форму монофазного зубца R (табл. 1). В стандартных отведениях комплексы имели разную форму и для ЖЭК, и для НЖЭ.

Оценка диагностической ценности формы QRS показала, что ни в одном из отведений AUC не превышала 0,83 (табл. 2). Форма ROC кривой вместе с 95% ДИ и пороговыми критериями отсечения для каждого отведения ЭКГ показаны на рис. 6. Сопоставление всех ROC кривых и соответствующих им уровней значимостей показало, что наибольшую информативность в ДД имеют отведения V5, V1, aVF, III, II, V2 по степени уменьшения их ценности (рис. 7).

Оценка времени внутреннего отклонения

Значения ВВО в отведениях V1, V2 для всех НЖЭ были < 70 мс, а для ЖЭК ВВО < 70 мс в отведении V1 встретилось только в 9% (13) случаев и в отведении V2 в 12% (17) случаев. Максимальное ВВО для НЖЭ было равно 88 мс в грудных отведениях V5, V6 и 113 мс в I отведении. Значения ВВО ≥ 80 мс в отведении V5 встретились в 19% (26), а в отведении V6 в 11% (16) случаев. ВВО ≥ 90 мс в грудных отведениях не встретилось ни в одном случае НЖЭ, а ВВО менее 40 мс не встретилось ни в одном случае ЖЭК. Подробные характеристики ВВО для НЖЭ и ЖЭК представлены в табл. 3.

Сопоставление ВВО НЖЭ и ЖЭК показало значимое различие ($p < 0,001$) во всех отведениях, кроме aVR, V1, V5 и V6. При этом во всех отведениях AUC была не ниже 0,83, а ЧВ и СП - не ниже 75%, достигая 95-99% для некоторых отдельных отведений (табл. 3). Пороговый критерий отсечения колебался от 58 мс в отведении V3 до 82 мс в V5 и от 54 мс в I отведении до 82 мс в II и aVF. Форма ROC кривой вместе с 95% ДИ и пороговыми критериями отсечения для

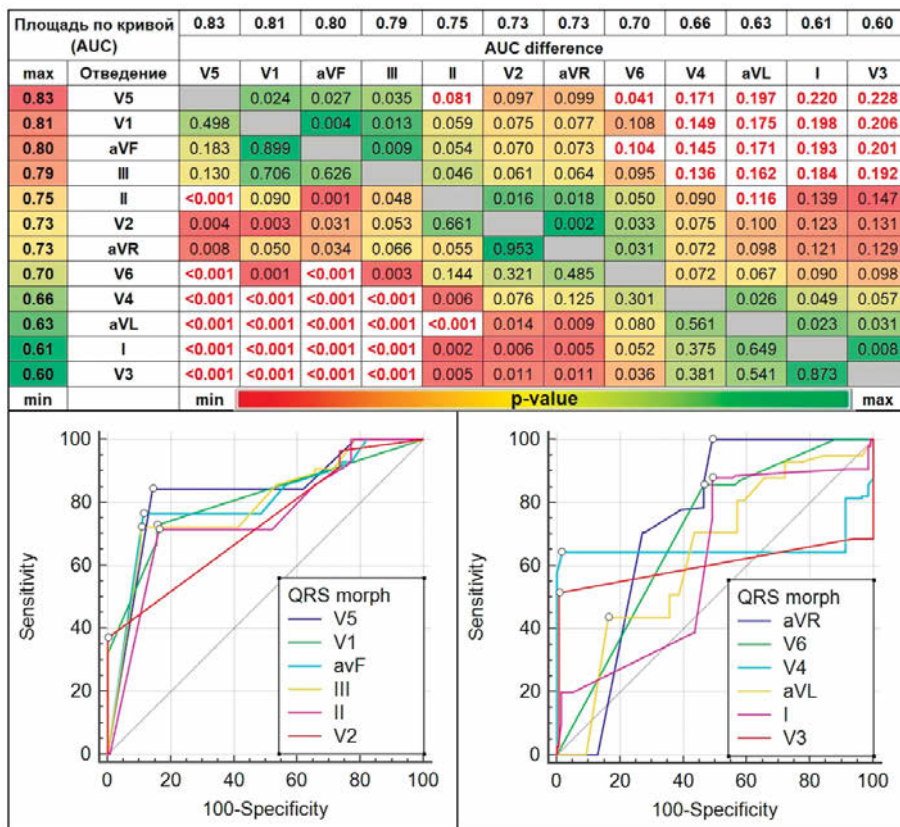


Рис. 7. Диаграмма (верхняя панель) разницы площадей (AUC difference) ROC кривых (правый верхний треугольник) и соответствующего уровня значимости p (левый нижний треугольник), характеризующих различия в диагностической ценности формы QRS (QRS morph) в 12 отведениях ЭКГ. Отведения расположены слева направо и сверху вниз в направлении уменьшения их диагностической ценности (крайний левый столбец) в соответствии с рассчитанным абсолютным уровнем площади под ROC кривой. Цветовая палитра диаграммы отражает изменения абсолютных значений для разницы площадей от минимума (зеленый) до максимума (красный) и для уровней значимости p от максимума (зеленый) до минимума (красный). Сопоставление ROC кривых (нижняя панель) показывает разницу в диагностической ценности формы QRS для всех 12 отведений.

каждого отведения ЭКГ показаны на рис. 7. Сопоставление всех ROC кривых и соответствующих им уровней значимостей показало, что наибольшую информативность в ДД имеют отведения V1, V4, V2, V3, V6, V5 по степени уменьшения их ценности.

Сравнение диагностической ценности выбранных критериев

Для дальнейшего анализа были отобраны по 2 лучших показателя из каждой группы критериев на основе абсолютных значений AUC. В результате для сравнения информативности и диагностической ценности были выбраны 6 показателей: ВВО в отведениях V1 и V4, продолжительность комплексов QRS, критерий формы комплекса в отведениях V5 и V1, критерий на основе значений угла альфа. Визуальное сопоставление значений ЧВ, СП и рассчитанной ДТ показало преимущество диагностической ценности ВВО в отведениях V1 и V4. Кроме того, более подробный анализ выявил более высокие значения ДТ при более узких 95% ДИ для этих критериев (см. рис. 10). В то же время, у других критериев происходило расширение диапазона 95% ДИ вместе со снижением абсолютных значений ЧВ и СП.

Сравнительный анализ значений AUC и соответствующих им уровней значимости также показал превосходство ВВО в отведениях V1 и V4 над остальными критериями (см. рис. 11). При этом между этими двумя преимущественными критериями значимых различий обнаружено не было ($p = 0,58$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Основные результаты

В данном исследовании были изучены и количественно сопоставлены между собой отдельные критерии ДД аберрантных НЖЭ и ЖЭК с формой комплекса в виде БЛНПГ во всех 12 отведениях ЭКГ. Сравнение всех критериев показало значительное преимущество диагностической ценности ВВО в отведениях V1 (68 мс) и V4 (62 мс) с ЧВ, СП и ДТ выше 92% по всем исследованным характеристикам, в то время как инфор-

мативность других критериев, таких как продолжительность и форма комплексов QRS, а также значений угла альфа, было значимо ниже. При этом необходимо отметить, что отдельные отобранные менее значимые критерии, такие как форма комплексов QRS в отведениях V5 и V1, показали вполне приемлемые с точки зрения возможности использования их в клинической практике уровни диагностической ценности (ЧП, СП и ДТ от 75 до 85%), в то время как продолжительность QRS характеризовалась высокой ЧВ (93%), но низкой СП (64%). Несмотря на это, значимая разница в медианах продолжительности QRS (136 мс для НЖЭ и 162 мс для ЖЭК, $p < 0,001$) может свидетельствовать в пользу того, что данный критерий окажется ценным в отдельных группах пациентов, а также при использовании его совместно с другими критериями в комплексной ДД аритмий с широкими комплексами QRS. Такая же ситуация может наблюдаться и с критерием, основанным на значениях угла альфа, т.к. для большинства ЖЭК наблюдалось вертикальное положение ЭОС ($>80^\circ$). В то же время, необходимо отметить, что в литературе можно встретить описание и других вариантов ЭОС при ЖЭК и НЖЭ, поэтому полученные результаты могут оказаться характерными только для исследованной выборки.

Анализ отдельных групп критериев и их оценка в связи с опубликованными ранее данными

Встречающиеся в доступной нам литературе критерии ДД при форме широких комплексов в виде блокады ЛНПГ были описаны в основном для продолжительности комплекса QRS или для отведений V1, V2, V6 [3; 4; 12; 17; 18], редко для отведений I, AVF [19] и не описаны для отведений V3-V4. Большую распространенность получили такие критерии как продолжительность $R > 30$ мс, зубуренность или вырезка нисходящей части зубца S, расстояние от начала комплекса QRS до максимального пика зубца S ≥ 70 мс в отведениях V1, V2 или наличие любого зубца Q в отведении V6, которые по данным ряда исследований [3; 4; 12; 17-

Таблица 3.

Время внутреннего отклонения НЖЭ и ЖЭК и его диагностические характеристики

	ВВО НЖЭ, мс	ВВО ЖЭК, мс	p	ЧВ (95% ДИ), %	СП (95% ДИ), %	ПО, мс	AUC (95% ДИ)
I	47 (16-109)	74 (43-128)	<0,001	92,9 (87-97)	75,7 (68-83)	54	0,83 (0,78-0,87)
II	65 (20-105)	92 (58-128)	<0,001	85,0 (78-91)	82,7 (76-89)	82	0,89 (0,85-0,93)
III	56 (16-105)	93 (58-144)	<0,001	92,9 (87-97)	77,1 (69-84)	78	0,88 (0,84-0,92)
aVR	68 (12-113)	89 (62-117)	0,708	85,0 (78-91)	72,1 (64-79)	76	0,85 (0,80-0,89)
aVL	47 (12-105)	96 (72-152)	<0,001	100 (97-100)	76,4 (69-83)	68	0,90 (0,86-0,93)
aVF	66 (23-105)	92 (58-128)	<0,001	87,1 (80-92)	77,9 (70-84)	82	0,87 (0,83-0,90)
V1	47 (31- 68)	88 (54-117)	0,389	92,1 (86-96)	100 (97-100)	68	0,99 (0,97-0,99)
V2	44 (31-64)	88 (51-121)	<0,001	92,9 (87-97)	100 (97-100)	64	0,98 (0,95-0,99)
V3	44 (31-62)	93 (48-117)	<0,001	84,3 (77-90)	99,3 (96-100)	58	0,98 (0,95-0,99)
V4	48 (35-70)	84 (56-109)	<0,001	93,6 (88-97)	94,3 (89-98)	62	0,98 (0,96-0,99)
V5	56 (23-88)	93 (66-163)	0,134	85,0 (78-91)	92,1 (86-96)	82	0,96 (0,93-0,98)
V6	54 (23-88)	95 (74-121)	0,008	86,4 (80-92)	95,7 (91-98)	80	0,98 (0,95-0,99)

Примечание. ВВО - время внутреннего отклонения, ПО - порог отсеечения, значения ВВО представлены в виде Me (min-max).

19] имели высокую диагностическую точность. Так, по результатам Kindall K.E., Brown J., Josephson M.E. [17] они позволяли дифференцировать ЖТ от СБТ с точностью 96-100% [17], а по данным Griffith M.J., de Belder M.A. [18] точность составила только 74% (86% - для пациентов с ИБС и 60% - без ИБС). Другие предложенные критерии, такие как наличие комплексов QS или qR в отведении I или AVF, встречались чаще при ЖТ по данным некоторых авторов [19]. Однако отдельного крупного исследования по оценке их точности для аритмий с формой комплекса в виде блокады ЛНПГ не проводилось, а для аритмий с любой формой QRS диагностическая точность составила только 73% для отведения AVF и 60% для отведения I [19].

Проведённое нами исследование показало, что, помимо отведений V1, V2 и V6, значительную цен-

ность для ДД ЖЭК и НЖЭ представляет также оценка формы комплексов в отведениях V5, aVF и расположение переходной зоны не зависимо от клинических данных пациентов. Так, для суправентрикулярных нарушений ритма отмечалось смещение переходной зоны влево, в то время как при ЖНР переходная зона была смещена вправо или имела нормальное положение.

Было выявлено, что в отведениях V1-V4 ни в одном из НЖЭ не встретилось преобладание зубца R над S и комплексы преимущественно имели форму QS или rS. В отведениях V1-V3 амплитуда зубцов r не превышала 500 мкВ (5 мм). Для ЖЭК, имеющих форму блокады ЛНПГ в отведениях V1-V4 встречались комплексы разнообразной морфологии, как с преобладанием зубцов R над S(s), так и S над R(r), а в отведениях V5-V6 наблюдались только монофазные R комплексы.

Похожая форма комплексов и смещение переходной зоны влево для НЖЭ обусловлено особенностями распространения возбуждения при нарушении внутрижелудочкового проведения, когда в связи с блокадой ЛНПГ возбуждение сначала охватывает правую половину межжелудочковой перегородки (МЖП) и правый желудочек (ПЖ), а затем медленно распространяется на левую часть МЖП и ЛЖ. В результате начальный суммарный вектор МЖП направлен справа налево, что приводит к регистрации в отведениях V1-V2 зубца q или QS, а в V5-V6 положительно-высокоамплитудного зубца R. В тех случаях, когда вектор ПЖ преобладает над суммарным вектором перегородки, в отведениях V1-V2 могут регистрироваться комплексы типа rS, а при регистрации в отведениях V1-V3 комплексов типа QS может наблюдаться выраженное смещение переходной зоны вплоть до отведения V6 [23; 24]. Одновременно с этим разнообразная форма комплексов QRS в грудных отведениях для ЖЭК может быть обусловлена разной локализацией эктопического очага [23; 25-34].

Согласно литературным данным для ЖЭК имеющих форму блокады ЛНПГ характерна локализация в различных отделах ПЖ, включая выводной тракт правого желудочка (ВТПЖ), в задне-ба-

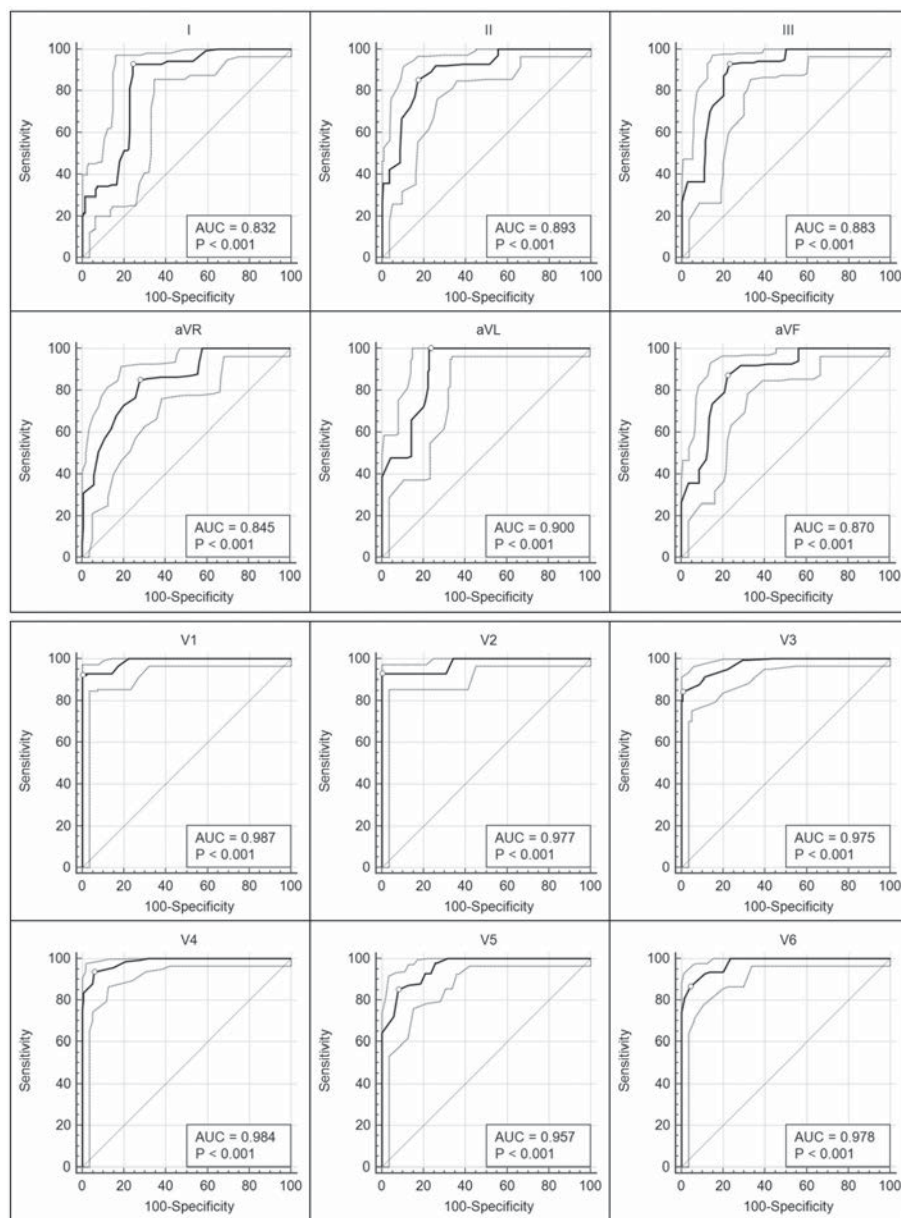


Рис. 8. ROC кривые с 95% ДИ (пунктирными линиями), характеризующие диагностическую ценность ВВО в 12 отведениях ЭКГ. Пороговые критерии отсечения показаны круглым маркером на каждой ROC кривой. По оси Y - чувствительность (Sensitivity), по оси X - 100-специфичность (100-Specificity). Площадь под кривой (AUC) и соответствующий ей уровень значимости (P) показаны на каждом графике в правом нижнем углу.

зальных отделах ЛЖ и ВТЛЖ [27]. При этом одной из наиболее аритмогенных зон является ВТПЖ [35]. Она же представляется одной из наиболее сложных для ДД, т.к. в отведениях V1-V2 также могут регистрироваться комплексы с формой QS или rS как и при блокаде ЛНПГ, и также характерно более частое расположение переходной зоны в отведениях V4-V6 [28-30; 32; 33; 36; 37]. Для ЖНР из ВТЛЖ в целом характерно раннее смещение переходной зоны (в отведениях V2-V3) из-за его более заднего расположения по сравнению с ВТПЖ [36-39], что может исключать диагноз суправентрикулярных нарушений ритма. Также отдельно необходимо отметить, что наличие рубцовых изменений ПЖ и перегородки, которое сопровождается слабым нарастанием амплитуды r с V1 по V4, также может затруднять ДД ЖЭК и НЖЭ с формой БЛНПГ. Так, Wijnmaalen A.P. и Stevenson W.G. описали признаки рубец-связанной ЖТ с исходной блокадой ЛНПГ на фоне синусового ритма, для которой была характерна локализация переходной зоны после отведения V4, зазубрина на нисходящей части зубца S в отведении V1, V2 или продолжительность от начала комплекса QRS до максимального пика S в V1 более 90 мс [34]. В связи с этим оценка информативности различных критериев при наличии структурных изменений миокарда требует проведения дополнительного исследования.

При детальном анализе формы ROC кривых с 95% ДИ было обнаружено, что в некоторых отведениях (V1, V5) они располагаются значительно выше линии дискриминации, тогда как ROC кривые в других отведениях (V3, V4) пересекают ее (рис. 6). Это наглядно демонстрирует значимую разницу диагностической ценности отведений V1 и V5 в оценке формы QRS. В то же время в ряде отведений (V2, aVL) несмотря на положение ROC кривых выше уровня линии дискриминации рассчитанные границы 95% ДИ пересекали ее, что отчётливо демонстрирует невысокую диагностическую ценность этих отведений. Кроме того, необходимо отметить достаточно широкие 95% ДИ для ROC кривых всех отведений, что может свидетельствовать о высокой вариабельности показателей диагностической ценности и их специфичности для исследованной выборки пациентов.

При сравнительном анализе рассчитанных показателей диагностической ценности формы комплексов QRS в разных отведениях были подтверждены обнаруженные выше закономерности. При построении специальной диаграммы разницы площадей (AUC difference) ROC кривых и соответствующего уровня значимости p было обнаружено, что выявленные отведения с наибольшим значением AUC характеризуются отсутствием значимых различий в их диагностической ценности (рис. 7, верхняя левая часть диаграммы). Кроме того, была показана закономерная особенность повышения уровня значимости при увеличении величины разницы площадей ROC кривых.

При анализе информативности и диагностической ценности ВВО в грудных и стандартных отведениях было обнаружено, что вне зависимости от наличия или отсутствия ГЛЖ ВВО менее 40 мс не встретилось при ЖЭК ни в одном из 12 отведений, что сходно с результатами Drew B.J., Scheinman M.M. от 1995 г [4]. В то же время, в отличие от предыдущей работы [4] в отведении V1 ВВО < 70 мс встретилось в 9% (13) ЖЭК и в отведении V2 - в 12% (17) случаев. Было также выяв-

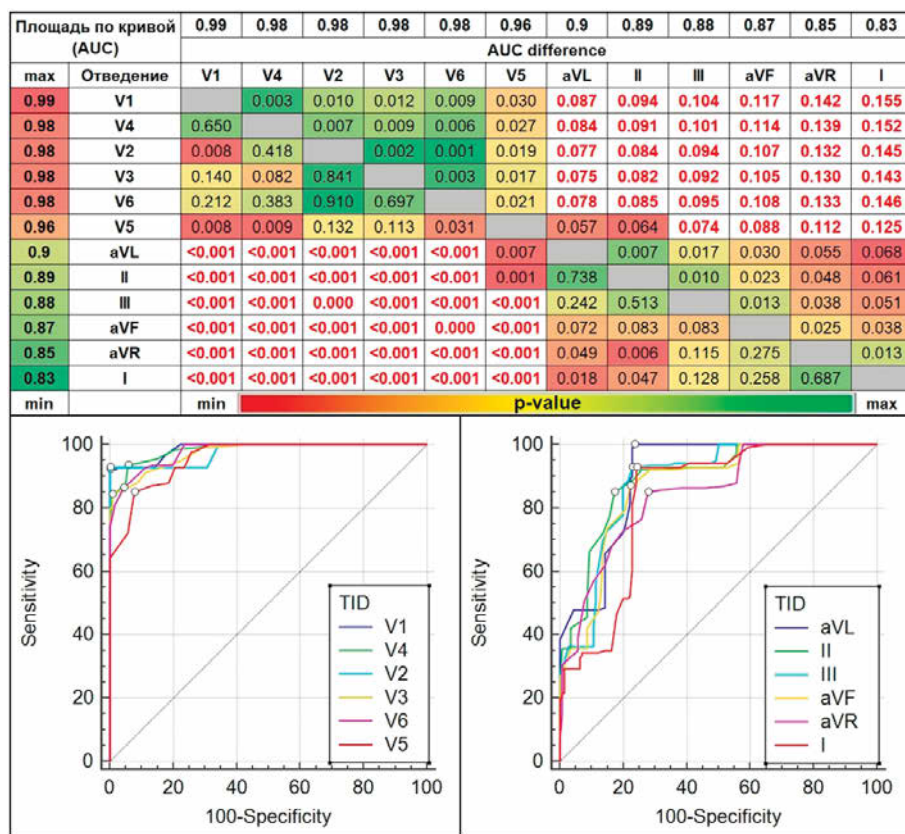


Рис. 9. Диаграмма (верхняя панель) разницы площадей (AUC difference) ROC кривых (правый верхний треугольник) и соответствующего уровня значимости p (левый нижний треугольник), характеризующих различия в диагностической ценности ВВО (TID) в 12 отведениях ЭКГ. Отведения расположены слева направо и сверху вниз в направлении уменьшения их диагностической ценности (крайний левый столбец) в соответствии с рассчитанным абсолютным уровнем площади под ROC кривой. Цветовая палитра диаграммы отражает изменения абсолютных значений для разницы площадей от минимума (зеленый) до максимума (красный) и для уровней значимости p от максимума (зеленый) до минимума (красный). Сопоставление ROC кривых (нижняя панель) показывает разницу в диагностической ценности формы QRS для всех 12 отведений.

лено, что $BVO \geq 90$ мс в грудных отведениях не наблюдалось ни в одном случае НЖЭ и свидетельствовало в пользу ЖЭК. При этом $BVO < 90$ мс встречалось как и при ЖЭ, так и при НЖЭ. Вместе с тем, выявленное в ходе данного исследования и характерное для ЖЭК BVO в отведении V1 более 68 мс соответствует ранее опубликованным данным, что косвенно может свидетельствовать в пользу робастности выявленных критериев ДД на основе BVO и в других отведениях.

Подробный анализ формы ROC кривых с 95% ДИ для BVO в каждом отведении показал характерные признаки, схожие с описанными выше для ROC кривых формы QRS (рис. 8). В то же время для BVO наблюдалось более высокие абсолютные значения AUC с более узкими 95% ДИ, особенно для грудных отведений, что может являться признаком невысокой вариабельности этих показателей диагностической ценности. Последующий сравнительный анализ AUC с учетом уровней значимости четко показал значимое диагностическое превосходство грудных отведений

над стандартными. Кроме того, наблюдалось плавное снижение диагностической ценности грудных отведений от V1 к V5 (рис. 9).

Необходимо отдельно отметить, что окончательный сравнительный анализ 6 лучших отобранных критериев из всех групп показал значимое преимущество временных характеристик (BVO) над морфологическими в виде более высоких величин AUC и показателей ДТ с более узкими 95% ДИ. Однако данный факт безусловно не может считаться выявленной строгой закономерностью и требует дополнительного исследования и проверки на отдельной значительно большей группе пациентов без структурных изменений миокарда.

Данное исследование также показало, что в связи с периодически встречающимися низкоамплитудными зубцами г в отведениях V1 и V2 до 100 мкВ, измерение их величины специалистом может быть затруднено при отсутствии возможности увеличения амплитуды калибровочного сигнала. Такая ситуация может приводить к ошибкам в диагностике формы QRS в этих от-

ведениях и, в свою очередь, к некорректным результатам при проведении ДД.

Оценка репрезентативности и ограничения проведенного исследования

В данном исследовании была изучена относительно небольшая группа пациентов, в связи с чем полученные результаты могут быть высокоспецифичны для изучаемой выборки. К тому же, количество ЖЭК и НЖЭ было равным, что может не соответствовать реальной частоте распределения этих нарушений ритма в популяции. Вместе с тем, во всех использованных способах расчета диагностической ценности априорные вероятности были приняты неизвестными, что повышает робастность методов с учетом полученных результатов. Кроме того, при выполнении ХМ использовалась схема наложения всех электродов на поверхность торса, в отличие от ЭКГ, где электроды для регистрации стандартных отведений накладываются на конечности. Также ограничениями данного исследования можно считать невысокую частоту дискретизации при ХМ и погрешности автоматического измерения, обусловленные артефактами записи.

Помимо вышеперечисленных ограничений особенностями данного исследования является наличие у всех пациентов отклонения ЭОС ЖЭК вправо, в связи с чем полученные результаты справедливо распространять на схожие нарушения ритма сердца. В то же время, учитывая, что состав исследованной группы был выбран случайным образом, наличие отклонения ЭОС всех ЖЭК вправо возможно свидетельствует о более частой встречаемости таких желудочковых нарушений ритма, что может служить вспомогательным критерием дифференциальной диагностики.

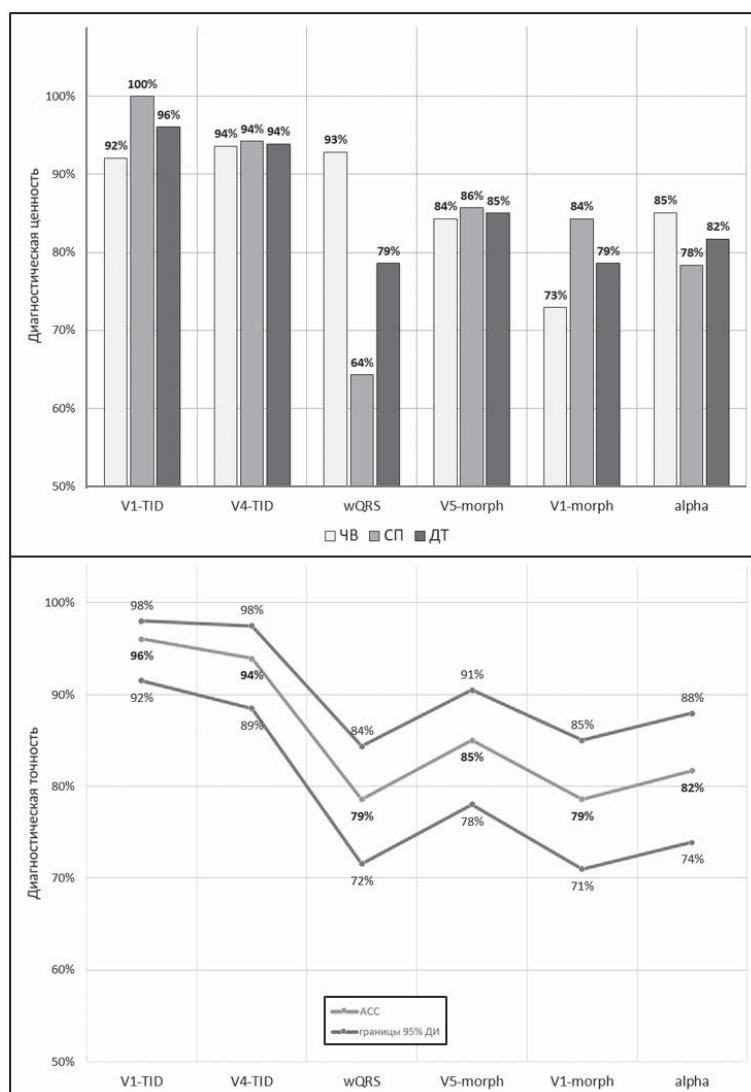


Рис. 10. Гистограмма основных характеристик (верхняя панель) диагностической ценности (ЧВ, СП, ДТ) лучших 6 отобранных показателей. Линейная диаграмма диагностической точности (ACC) с 95% ДИ (нижняя панель) для данных показателей. V1, V4, V5 - отведения, TID - время внутреннего отклонения, morph - форма QRS для соответствующего отведения.

Отдельно необходимо отметить, что в исследованной группе пациентов, согласно имеющейся в наличии медицинской документации все больные не имели инфаркт миокарда в анамнезе. Вместе с тем, мы не можем исключать факт отсутствия информации о перенесенном инфаркте миокарда в доступных нам данных. Несмотря на то, что целью данного исследования был сравнительный анализ амплитудно-временных характеристик, позволяющих дифференцировать аритмии с широкими комплексами QRS и формой блокады ЛНПГ у пациентов разных клинических групп, структурные изменения миокарда могут существенно влиять на оцениваемые ЭКГ параметры. В связи с этим, в дальнейших исследованиях необходима верификация наличия и расположения рубцовых и фиброзных изменений миокарда и сопоставление этих данных с ЭКГ в 12 отведениях.

В целом необходимо подчеркнуть, что в подобных исследованиях крайне сложно выявить четкие критерии ДД по нескольким причинам. Во-первых, в связи с широким распространением НЖЭ и ЖЭК среди пациентов всех возрастных категорий с разным числом и характером сопутствующих заболеваний количество факторов, которые могут влиять на характеристики ЭКГ, является очень большим, что требует их специального учета с использованием методов многомерного анализа на достаточно обширной группе пациентов. Во-вторых, на характеристики ЭКГ в значительной степени влияют множество факторов: положение сердца в грудной клетке, характеристик проводимости миокарда и окружающих тканей, электрический потенциал скелетной мускулатуры, а также характеристики переходного сопротивления между поверхностью кожи и регистрирующими электродами, которые могут значительно изменяться в результате их смещения и ухудшения контакта. Немаловажное значение также играет корректное положение электродов грудных отведений и используемые алгоритмы фильтрации ЭКГ. Учет и оценка взаимного влияния всех вышеперечисленных факторов на амплитудно-временные характеристики ЭКГ, определяющие форму QRS комплексов и продолжительность отдельных волн, является очень трудоемкой и сложно-выполнимой задачей в рамках небольших одноцентровых исследований. В связи с этим у разных авторов при внешне похожих методах исследования могут наблюдаться разные результаты, которые в очень значительной степени могут зависеть от различных характеристик изучаемой выборки.

Вместе с тем, полученные нами результаты в значительной степени согласуются с опубликованными ранее данными разных исследовательских групп. Этот факт

также свидетельствует в пользу достаточной репрезентативности проведенного исследования. К тому же необходимо отметить согласованность и систематичность данного исследования в отношении использованных методов анализа. Все изученные характеристики численно сравнивались во всех отведениях на одной и той же выборке, в том числе последовательно сравнивались все морфологические и временные характеристики широких комплексов QRS. Кроме того, ROC анализ проводился с учетом ненормального асимметричного распределения данных и расчетом 95% ДИ, что значительно увеличивает робастность и повышает репрезентативность полученных результатов. В опубликованных ранее работах чаще всего использовались параметрические методы без подробного комплексного анализа данных и показателей диагностической ценности.

Проведенное исследование также продемонстрировало важность подробной и всесторонней оценки всех диагностических характеристик изучаемых критериев. Так, отсутствие значимой разницы в значениях каких-либо критериев в отдельных отведениях, например, ВВО в отведении V6 ($p=0,008$), не может являться основанием для окончательного заключения в низкой информативности данного показателя. При проведении последующего ROC анализа с расчетом ЧВ, СП и значений их 95% ДИ совместно с оценкой формы кривой и показателей AUC было выявлено, что данный критерий находится на пятом месте по диагностической ценности в своей группе. Таким образом, последовательная оценка всех диагностических характеристик с последующим подробным сравнительным анализом помогает обоснованно выявить наиболее информативные критерии для ДД аритмий с широкими комплексами QRS.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного исследования было выявлено, что при ДД НЖЭ с широкими комплексами QRS по типу блокады ЛНПГ и ЖЭК той же формы характерными особенностями суправентрикулярных нарушений ритма могут являться следующие признаки,

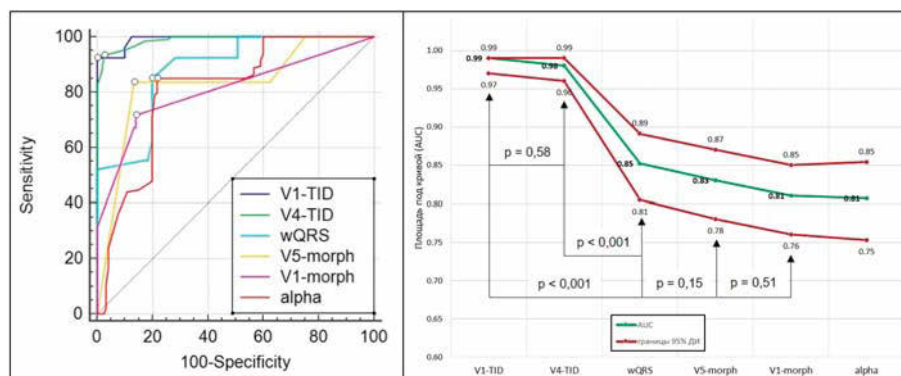


Рис. 11. Сопоставление ROC кривых (слева) показывает разницу в диагностической ценности лучших 6 отобранных показателей. Пороговые критерии отсекаются показаны круглым маркером на каждой ROC кривой. Линейная диаграмма (справа) площадей по ROC кривыми с 95% ДИ и указанием уровней значимости p для данных показателей, характеризующая различия в их диагностической ценности.

расположенные ниже по мере уменьшения уровня их диагностической значимости:

- продолжительность ВВО менее 68 мс в отведении V1 и менее 62 мс в отведении V4;
- продолжительность комплексов QRS менее 136 мс;
- смещение переходной зоны влево к отведениям V5, V6;
- наличие комплексов QS, rS или RS (где $S > R$) с низкоамплитудными зубцами r/R в отведениях V1-V4;
- угол альфа в стандартных отведениях от конечностей менее 80° .

Кроме того, необходимо отметить, что во всех случаях ЖЭК наблюдалась следующие признаки:

- продолжительность ВВО более 88 мс в любом из грудных отведений;
- продолжительность комплексов QRS более 160 мс.

Таким образом, в ходе данного исследования были выявлены различные критерии, которые дополняют предыдущие и могут улучшить качество ДД ЖЭК и НЖЭ с aberrантным проведением по типу блокады ЛНПГ. В связи с небольшой величиной исследованной выборки данные критерии требуют проверки на более многочисленной группе

пациентов с разной формой широких эктопических комплексов в виде блокады ЛНПГ при различной локализации фокуса ЖЭК и с учётом разных структурных изменений сердца.

Использование данных критериев проводилось по отдельности, а результаты комбинированного использования выявленных критериев в данной работе не изучались. Комплексная оценка всех диагностических признаков для выявления наиболее информативных критериев ДД аритмий с широкими комплексами QRS с учетом множества сопутствующих факторов требует проведения отдельного исследования с использованием методов многомерного анализа данных.

Благодарности. Авторы выражают благодарность и искреннюю признательность сотруднику «Институт кардиологической техники «Инкарт»» Артуру Владимировичу Асееву за помощь в проведении исследования.

Acknowledgments. The authors are very grateful for the support of Arthur Vladimirovich Aseev from the Institute of Cardiology Technics (INCART) in this scientific research.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brugada P., Brugada J., Mont L., Smeets J., Andries E.W. A new approach to the differential diagnosis of a regular tachycardia with a wide QRS complex // *Circulation*. - 1991. - Т. 83. № 5. С. 1649-1659.
2. Dancy M., Ward D. Diagnosis of ventricular tachycardia // *British medical journal (Clinical research ed.)*. - 1985. - Т. 291. № 6501. С. 1036-1038.
3. Drew B.J., Scheinman M.M. 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. - Т. 18. № 4. С. 1025-1033.
4. Drew B.J., Scheinman M.M. ECG criteria to distinguish between aberrantly conducted supraventricular tachycardia and ventricular tachycardia // *Pacing and clinical electrophysiology : PACE*. - 1995. - Т. 18. № 12. С. 2194-2208.
5. Andrade F.R., Eslami M., Elias J., Kinoshita O., Nakazato Y., Marcus F.I., Frank R., Tonet J., Fontaine G. Diagnostic clues from the surface ECG to identify idiopathic (fascicular) ventricular tachycardia // *Journal of cardiovascular electrophysiology*. - 1996. - Т. 7. № 1. С. 2-8.
6. Vereckei A., Duray G., Szénási G., Altemose G.T., Miller J.M. New algorithm using only lead aVR for differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia // *Heart rhythm*. - 2008. - Т. 5. № 1. С. 89-98.
7. Jastrzebski M., Sasaki K., Kukla P., Fijorek K., Stec S., Czarnecka D. The ventricular tachycardia score // *Europace : European pacing, arrhythmias, and cardiac electrophysiology : journal of the working groups on cardiac pacing, arrhythmias, and cardiac cellular electrophysiology of the European Society of Cardiology*. - 2016. - Т. 18. № 4. С. 578-584.
8. Wellens H.J.J., Bär F.W., Frits W.H.M., Lie, K. I. The value of the electrocardiogram in the differential diagnosis of a tachycardia with a widened QRS complex // *The American Journal of Medicine*. - 1978. - Т. 64. № 1. С. 27-33.
9. Wellens H.J.J., Bär F.W., Vanagt E.J., Brugada P., Farré J. The Differentiation between Ventricular Tachycardia and Supraventricular Tachycardia with Aberrant Conduction // *What's New in Electrocardiography*. - 1981. pp 184-199.
10. Pick A., Dominguez P. Nonparoxysmal A-V nodal tachycardia // *Circulation*. - 1957. - Т. 16. № 6. С. 1022-1032.
11. Swanick E.J., LaCamera F., Marriott H.J.L. Morphologic features of right ventricular ectopic beats // *The American Journal of Cardiology*. - 1972. - Т. 30. № 8. С. 888-891.
12. Wellens H.J., Brugada P. Diagnosis of ventricular tachycardia from the 12-lead electrocardiogram // *Cardiology clinics*. - 1987. - Т. 5. № 3. С. 511-525.
13. Marriott H.J. Differential diagnosis of supraventricular and ventricular tachycardia // *Cardiology*. - 1990. - Т. 77. № 3. С. 209-220.
14. Wellens H.J.J., Brugada P., Heddle W.F. Value of the 12 lead electrocardiogram in diagnosing type and mechanism of a tachycardia // *Journal of the American College of Cardiology*. - 1984. - Т. 4. № 1. С. 176-179.
15. Fisch C., Zipes D.P., McHenry P.L. Rate dependent aberrancy // *Circulation*. - 1973. - Т. 48. № 4. С. 714-724.
16. Cohen S.I., Lau S.H., Haft J.I., Damato A.N. Experimental production of aberrant ventricular conduction in man // *Circulation*. - 1967. - Т. 36. № 5. С. 673-685.
17. Kindwall K.E., Brown J., Josephson M.E. Electrocardiographic criteria for ventricular tachycardia in wide complex left bundle branch block morphology tachycardias // *The American Journal of Cardiology*. - 1988. - Т. 61. № 15. С. 1279-1283.
18. Griffith M.J., Belder M.A. de, Linker N.J., Ward D.E., Camm A.J. 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. - Т. 13.

№ 4. C. 478-483.

19. Griffith M.J., Belder M.A. de, Linker N.J., Ward D.E., Camm A.J. Multivariate analysis to simplify the differential diagnosis of broad complex tachycardia // *British heart journal*. - 1991. - T. 66. № 2. C. 166-174.

20. Surawicz B., Childers R., Deal B.J., Gettes L.S., Bailey J.J., Gorgels A., Hancock E.W., Josephson M., Kligfield P., Kors J.A., Macfarlane P., Mason J.W., Mirvis D.M., Okin P., Pahlm O., Rautaharju P.M., van Herpen G., Wagner G.S., Wellens H. AHA/ACCF/HRS recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram // *Journal of the American College of Cardiology*. - 2009. - T. 53. № 11. C. 976-981.

21. The "Minnesota Code" for ECG classification. Adaptation to CR leads and modification of the code for ECGs recorded during and after exercise by the Scandinavian Committee on ECG Classification // *Acta medica Scandinavica. Supplementum*. - 1967. - T. 481. C. 1-26.

22. Sandler I.A., Marriott H.J. The differential morphology of anomalous ventricular complexes of RBBB-type in lead V1; Ventricular ectopy versus aberration // *Circulation*. - 1965. - T. 31. C. 551-556.

23. Ревишвили А.Ш., Рзаев Ф.Г., Носкова М.В. Топическая диагностика желудочковых нарушений ритма у пациентов с некоронарогенными заболеваниями миокарда. *Вестник аритмологии*. 2002;(24):5-11. [Revishvili A.Sh., Rzaev F.G., Noskova M.V. Topic diagnosis of ventricular arrhythmias in patients with non-coronarogenic heart diseases. *Journal of Arrhythmology*. 2002;(24):5-11 (in Russ.)]

24. Ревишвили А.Ш., Носкова М.В., Рзаев Ф.Г., Артюхина Е. Неинвазивная топическая диагностика некоронарогенных желудочковых аритмий // *Вестник аритмологии*. - 2004. № 35. C. 5-15. [Revishvili A.Sh., Noskova M.V., Rzaev F.G., Artyukhina E.A. Non-invasive topical diagnostics of non-coronarogenic ventricular arrhythmias. *Journal of Arrhythmology*. 2004;(35):5-15].

25. Josephson M.E., Horowitz L.N., Waxman H.L., Cain M.E., Spielman S.R., Greenspan A.M., Marchlinski F.E., Ezri M.D. Sustained ventricular tachycardia // *Circulation*. - 1981. - T. 64. № 2. C. 257-272.

26. Clinical cardiac electrophysiology. / Josephson M. E. - 4 изд. - Philadelphia, Pa. and London: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

27. Gallagher J.J., Kasell J.H., Cox J.L., Smith W.M., Ideker R.E., Smith W.M. Techniques of intraoperative electrophysiologic mapping // *The American Journal of Cardiology*. - 1982. - T. 49. № 1. C. 221-240.

28. Miles W.M. Idiopathic ventricular outflow tract tachycardia // *Journal of cardiovascular electrophysiology*. - 2001. - T. 12. № 5. C. 536-537.

29. Callans D.J., Menz V., Schwartzman D., Gottlieb C.D., Marchlinski F.E. Repetitive Monomorphic Tachycardia From

the Left Ventricular Outflow Tract // *Journal of the American College of Cardiology*. - 1997. - T. 29. № 5. C. 1023-1027.

30. Kamakura S., Shimizu W., Matsuo K., Taguchi A., Suyama K., Kurita T., Aihara N., Ohe T., Shimomura K. Localization of optimal ablation site of idiopathic ventricular tachycardia from right and left ventricular outflow tract by body surface ECG // *Circulation*. - 1998. - T. 98. № 15. C. 1525-1533.

31. Ouyang F., Fotuhi P., Ho S.Y., Hebe J., Volkmer M., Goya M., Burns M., Antz M., Ernst S., Cappato R., Kuck K.-H. Repetitive monomorphic ventricular tachycardia originating from the aortic sinus cusp // *Journal of the American College of Cardiology*. - 2002. - T. 39. № 3. C. 500-508.

32. Krebs M.E., Krause P.C., Engelstein E.D., Zipes D.P., Miles W.M. Ventricular tachycardias mimicking those arising from the right ventricular outflow tract // *Journal of cardiovascular electrophysiology*. - 2000. - T. 11. № 1. C. 45-51.

33. Вайнштейн А.Б., Яшин С.М., Думпис Я.Ю., Шубик Ю.В. Электрокардиографическая топическая диагностика некоронарогенных правожелудочковых аритмий // *Вестник Аритмологии*. - 2004. № 34. C. 11-17. [Vainshtein A.B., Yashin S.M., Dumpis Ya.Yu, Shubik Yu.V. Electrocardiographic topic diagnostics of non-coronarogenic right-ventricular arrhythmias. *Journal of Arrhythmology*. 2004;(34):11-7 (in Russ.)]

34. Wijmaalen A.P., Stevenson W.G., Schalij M.J., Field M.E., Stephenson K., Tedrow U.B., Koplan B.A., Putter H., Epstein L.M., Zeppenfeld K. ECG identification of scar-related ventricular tachycardia with a left bundle-branch block configuration // *Circulation. Arrhythmia and electrophysiology*. - 2011. - T. 4. № 4. C. 486-493.

35. Buxton A.E., Waxman H.L., Marchlinski F.E., Simson M.B., Cassidy D., Josephson M.E. Right ventricular tachycardia // *Circulation*. - 1983. - T. 68. № 5. C. 917-927.

36. Iwai S., Cantillon D.J., Kim R.J., Markowitz S.M., Mittal S., Stein K.M., Shah B.K., Yarlagaadda R.K., Cheung J.W., Tan V.R., Lerman B.B. Right and left ventricular outflow tract tachycardias // *Journal of cardiovascular electrophysiology*. - 2006. - T. 17. № 10. C. 1052-1058.

37. Yamawake N., Nishizaki M., Hayashi T., Niki S., Maeda S., Tanaka Y., Fujii H., Ashikaga T., Sakurada H., Hiraoka M. Autonomic and pharmacological responses of idiopathic ventricular tachycardia arising from the left ventricular outflow tract // *Journal of cardiovascular electrophysiology*. - 2007. - T. 18. № 11. C. 1161-1166.

38. Brooks R., Burgess J.H. Idiopathic ventricular tachycardia. A review // *Medicine*. - 1988. - T. 67. № 5. C. 271-294.

39. Vereckei A., Duray G., Szénási G., Altemose G.T., Miller J.M. Application of a new algorithm in the differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia // *European heart journal*. - 2007. - T. 28. № 5. C. 589-600.