DOI: 10.18087/cardio.2659

Буданова М. А.[1], Чмелевский М. П.[1, 2], Трешкур Т. В.[1], Асеев А. В.[3], Тихоненко В. М.[3, 4]
[1] – ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» МЗ РФ, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2,
[2] – EP Solutions SA, Швейцария, Ивердон-ле-Бен, авеню Де Сьенс, 13,
[3] – ООО «Институт кардиологической техники "Инкарт"», Санкт-Петербург, Выборгское шоссе, д. 22А,
[4] – Научно-клинический и образовательный центр «Кардиология» СПбГУ, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9

Распознавание желудочковых и суправентрикулярных аритмий с широкими QRS с помощью автоматического анализа при комплексном применении морфологических критериев и алгоритмов

Ключевые слова: распознавание аритмий с широкими комплексами QRS, холтеровское мониторирование, автоматический анализ

Ссылка для цитирования: Буданова М. А., Чмелевский М. П., Трешкур Т. В., Асеев А. В., Тихоненко В. М. 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

Резюме

Цель. Изучение возможности распознавания желудочковых и суправентрикулярных аритмий с широкими комплексами QRS с помощью автоматического анализа при комплексном применении морфологических критериев и алгоритмов. *Материалы и методы.* Для 100 пациентов исследуемой группы (м/ж – 61/39, Me (min; max) – 44,5 (10;85) года) проводился анализ 14 306 одиночных широких эктопических комплексов (QRS 120–230 мс): 11028 (77%) желудочковых, 3 278 (23%) аберрантных, представленных 145 разными формами QRS и верифицированных при эндокардиальном/чреспищеводном электрофизиологическом исследовании. Группа контроля включала 59 пациентов (м/ж – 25/34, Me (min; max) – 49,5 (14;85) лет) с 720 широкими QRS: 467 (65%) желудочковых, 253 (35%) аберрантных, представленных 86 формами QRS. Для анализа использовались критерии Drew B. J., Scheinman M. M. (1995); Wellens H. J. (1978); RWPT II (Pava LF, 2010) и алгоритмы Brugada P. (1991); Bayesian (2000); Vereckei A. (2008). Оценивались чувствительность, специфичность, диагностическая точность каждого по отдельности и комплексно, с помощью метода последовательного анализа Вальда с использованием автоматического анализа (KT Result3, ЗАО «ИНКАРТ»). Также проводилось моделирование алгоритмов распознавания широких QRS с использованием нейронных сетей. *Результаты.* Лучшие результаты по выявлению желудочковых нарушений ритма продемонстрировали алгоритмы Brugada P., Drew B. J., Scheinman M. M. (чувствительность, специфичность, диагностическая точность составили 86,43, 66,73, 82,14% – в исследуемой группе и 81,80, 73,12, 78,75% – в контрольной) и алгоритм Bayesian (чувствительность, специфичность, диагностическая точность составили 87,81, 73,62, 84,72% – в исследуемой группе и 83,30, 77,08, 81,11% – в контрольной). Комплексный анализ с помощью метода Вальда позволил распознать желудочковые нарушения ритма с чувствительностью, специфичностью, диагностической точностью 83,11, 83,65, 83,23% – в исследуемой группе и 83,51, 84,58, 83,89% – в контрольной группе. Использование нейронных сетей позволило диагностировать желудочковые аритмии с чувствительностью, специфичностью, диагностической точностью 91,43, 91,30, 91,39% – в группе контроля и 97,06, 99,39, 97,6% – в исследуемой группе. *Заключение.* Использование автоматического анализа позволяет одновременно получать результаты работы отдельных алгоритмов/критериев и их комплекса, значительно уменьшает объем работы врача по оценке амплитудно-временных характеристик комплексов. Использование нейронных сетей повышает точность распознавания желудочковых и суправентрикулярных аритмий.

Budanova M. A.[1], Chmelevsky M. P.[1,2], Treshkur T. V.[1], Aseev A. V.[3], Tikhonenko V. M.[3,4]
[1] – Almazov Federal Medical Research Centre, Akkuratova, 2, St. Petersburg 197341,
[2] – EP Solutions SA, Av. des Sciences, 13, Yverdon-les-Bains, Switzerland,
[3] – Institute of Cardiological Technics (INCART), Vyborg highway, 22A, St. Petersburg 194214,
[4] – Scientific, Clinical and Educational Cardiology Center, University Embankment 7–9, St. Petersburg 194214

Automatic detection of ventricular and supraventricular wide QRS arrhythmias using complex of morphological criteria and algorithms

Keywords: recognition of arrhythmias with wide QRS complexes, holter monitoring, automatic analysis

For citation: Budanova M. A., Chmelevsky M. P., Treshkur T. V., Aseev A. V., Tikhonenko V. M. Automatic detection of ventricular and supraventricular wide QRS arrhythmias using complex of morphological criteria and algorithms. Kardiologiia. 2019;59(3S):36–42

Summary

Aim. The aim of study is a detection of ventricular and supraventricular wide QRS arrhythmias using complex of morphological criteria and algorithms by method of automatic analysis. *Materials and methods.* For 100 patients (m/f – 61/39, Me (min; max) – 44.5 (10; 85) years) of researched group the analysis of 14306 single wide ectopic complexes (QRS 120–230 ms) has been done. Wide complexes include 11028 (77%) ventricular complexes and 3278 (23%) supraventricular complexes represented by 145 different forms of QRS. For verification of arrhythmias origin transesophageal ECG recording and endocardial electrophysiological study were done. The control group included 59 patients (m/f – 25/34, Me (min; max) – 49.5 (14,85) years) with 720 wide QRS, including 467 (65%) ventricular and 253 (35%) supraventricular complexes represented by 86 forms of QRS. The criteria Drew B. J., Scheinman M. M. (1995); Wellens H. J. (1978), RWPT II (Pava LF, 2010) and the algorithms of Brugada P. (1991); Bayesian (2000); Vereckei A. (2008) were used to evaluate sensitivity, specificity and diagnostic accuracy of wide QRS complexes recognition one by one and together, using the method of Wald sequential automatic analysis (KT Result3, CJSC INCART, Russia) and method of artificial neural networks. *Results.* The best results for the detection of ventricular arrhythmias algorithms were demonstrated by the Brugada P., Drew B. J., Scheinman M. M. algorithm (sensitivity 86.43%, specificity 66.73%, diagnostic accuracy 82.14% in the study group, sensitivity 81.80%, specificity 73.12%, diagnostic accuracy 78.75% in the control group), and the Bayesian algorithm (sensitivity 87.81%, specificity 73.62%, diagnostic accuracy 84.72% in the study group, sensitivity 83.30%, specificity 77.08%, diagnostic accuracy 81.11% in the control group). A complex analysis of the Wald method recognized ventricular arrhythmias in the research group with sensitivity 83.11%, specificity 83.65%, diagnostic accuracy 83.23% and in the control group with a sensitivity 83.51%, specificity of 84.58% and diagnostic accuracy 83.89%. Artificial neural networks recognized ventricular arrhythmias with sensitivity 91.43%, specificity 91.30% and diagnostic accuracy 91.39% in the control group and with sensitivity 97.06%, specificity 99.39% and diagnostic accuracy 97.6% in the research group. *Conclusion.* Automatic analysis allows obtaining simultaneously the results of each algorithms/criteria and in combination. It significantly reduces the doctor's work in assessing of amplitude-time characteristics of the complexes. Using artificial neural networks increases the accuracy of of ventricular and supraventricular arrhythmias recognition.

Information about the corresponding author:

Budanova M. A., e-mail: budanovamargarita@gmail.com

По данным литературы, за последние 30 лет проведено немало исследований, посвященных дифференциальной диагностике аритмий с широкими комплексами QRS [1–13]. Интерес к данной проблеме продиктован главным образом различиями в тактике лечения пациентов при разных видах суправентрикулярных и желудочковых аритмий (ЖА). Особое значение приобретает точная постановка диагноза при нарушениях ритма, протекающих с явлениями нестабильности гемодинамики и угрозой для жизни больного, когда важно быстро и своевременно оказать необходимую медицинскую помощь.

Несмотря на большое разнообразие работ по данной проблеме и их результаты, свидетельствующие о высоких значениях точности предложенных критериев [3–7, 11, 12], многие последующие исследования показали, что тахикардии с широкими комплексами QRS (ТШК) по-прежнему часто неверно диагностируются [2, 3, 9]. Так, еще в 1986 г. Stewart H. L. с соавт. [2] попытались оценить масштабы и последствия некорректной диагностики ТШК у пациентов, экстренно госпитализированных в аритмологическое отделение. Были рассмотрены 46 эпизодов тахикардий: 8 суправентрикулярных и 38 желудочковых, механизмы которых впоследствии были установлены. Все 8 эпизодов наджелудочковых тахикардий с аберрантным проведением были диагностированы верно, в то время как 15 (39%) из 38 эпизодов желудочковой тахикардии (ЖТ) были некорректно определены как суправентрикулярные тахикардии к тому времени, как была начата терапия. Верапамил был введен в 13 из 15 эпизодов ошибочно диагностированной ЖТ, что повлекло за собой нарушения гемодинамики во всех 13 случаях. Таким образом, пациенты с неверным диагнозом имели худшие результаты лечения, чем с диагнозом, поставленным точно (p=0,0003).

Среди всех известных методов дифференциальной диагностики наибольшей достоверностью обладает регистрация внутрипищеводного отведения – чреспищеводная ЭКГ (ЧПЭКГ) и эндокардиальное электрофизиологическое исследование (эндоЭФИ). Однако применение их ограничено из-за сложности выполнения, необходимости использования специального оборудования и привлечении обученного персонала, а также из-за наличия противопоказаний. Таким образом, наиболее простым и общедоступным методом дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS остается ЭКГ/Холтеровское мониторирование (ХМ) в 12 отведениях.

Наиболее точным и часто используемым критерием дифференциальной диагностики принято считать атрио-вентрикулярную (АВ) диссоциацию (Langendorf R., Pick A. 1960, Wellens H. J. 1978, Drew B. J., Scheinman M. M. 1995, Podrid P. и Kowey P. 1996, Vereckei A. 2008, Brugada P. 1991). Однако АВ диссоциацию не всегда можно зарегистрировать и распознать

на стандартной ЭКГ, что как правило связано с записью коротких фрагментов ЭКГ, наложением предсердных зубцов на желудочковые комплексы. Кроме того, иногда АВ диссоциация может встречаться в случаях АВ узловой тахикардии [14].

В 30–50% случаев ЖТ, по данным разных авторов, АВ диссоциация отсутствует из-за ретроградного вентрикуло-атриального проведения 1:1 или 2:1 или наличия периодики Венкебаха – ретроградной вентрикуло-атриальной блокады 2-й степени 1 типа [13]. Именно поэтому стали активно изучаться и разрабатываться новые морфологические критерии для отличия ЖА и суправентрикулярных аритмий (СВА).

Для повышения точности и упрощения дифференциальной диагностики ТШК в разное время были предложены алгоритмы: Wellens H.J. (1978, 1978), Dancy M., Ward D. (1985), Brugada P. (1991), Griffith M.J. (1991, 1994), Drew B.J., Scheinman M.M. (1991, 1995), Steurer G., Kuck K., Brugada P. (1994), Podrid P., Kowey P. (1996), Lau E.W. Bayesian algorithm (2000), Vereckei A. (2007, 2008), Sasaki K. (2009), (BHOA, 2010–2013), Jastrzebski M. VT score method (2015) [5, 8, 9, 12, 13]. Тщательный анализ показал, что несмотря на их многообразие, среди них отсутствует единый универсальный алгоритм/критерий, который мог бы использоваться в клинической практике. Наиболее распространенными причинами этого являются их недостаточно высокая чувствительность и специфичность [9], отсутствие четких амплитудно-временных характеристик морфологических критериев, в особенности при наличии сложной формы широких комплексов QRS (низкоамплитудных зубцов, зазубрин), которое сопровождается увеличением степени субъективной оценки разными специалистами. Сюда можно отнести и большие временные затраты, необходимость в определенных случаях использования подручных средств (калькуляторы, лупы, линейки). Все это резко ограничивает применение дифференциально-диагностических критериев и алгоритмов. Использование автоматического анализа для оценки работы отдельных алгоритмов/критериев или их комплекса позволит значительно уменьшить объем работы врача, повысить диагностическую значимость и способствовать их широкому практическому применению.

Цель работы: изучение возможности распознавания аритмий с широкими комплексами QRS с помощью автоматического анализа при комплексном применении морфологических критериев и алгоритмов.

Материалы и методы

С 2015 по 2017 год в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России проводился рандомизированный ретроспективный анализ записей 12-канальных ХМ (частота дискретизации записи 257 Гц) пациентов с одиночными преждевременными широкими эктопическими комплексами QRS (120–230 мс), верифицированных с помощью эндоЭФИ или ЧПЭФИ. Все нарушения ритма были зарегистрированы при синусовом ритме без предшествующих полных внутрижелудочковых блокад и признаков предвозбуждения желудочков. Наличие перенесенного ИМ, рубцовых изменений, гипертрофии ЛЖ, прием антиаритмической терапии не являлись критериями исключения. Отбор широких комплексов для анализа осуществлялся случайным образом в различные промежутки времени (утро, день, вечер, ночь) и с учетом положения тела (лежа на правом и левом боку, на спине, стоя, во время физической нагрузки).

Все пациенты были разделены на 2 группы: исследовательская и контрольная. Исследовательская группа включала 100 пациентов (м/ж – 61/39, медиана (Me) (min; max) – 44,5 (10;85) года), для которых проводился анализ 14306 преждевременных одиночных широких эктопических комплексов: 77% (11028) – желудочковых и 23% (3278) – аберрантных, представленных 145 различными формами QRS (в среднем по 98 комплексов для каждой формы). Группа контроля включала 59 пациентов (м/ж – 25/34, Me (min; max) – 49,5 (14;85) лет) с 720 широкими QRS: 467 (65%) желудочковых, 253 (35%) аберрантных, представленных 86 формами QRS (в среднем по 8 комплексов для каждой формы).

С целью стандартизации и унификации амплитудных и временных характеристик морфологических критериев, определения зубцов, распознавания формы комплексов, блокады ножек пучка Гиса (БНПГ), сведéния к минимуму субъективности оценки различными специалистами использовались критерии Миннесотского кода [15]. Они же были внедрены в программу ХМ (КТ Result3, ЗАО «ИНКАРТ», РФ), что позволило значительно снизить трудозатратность, упростить процесс компьютерной обработки данных и унифицировать анализ. Для всех пациентов исследуемой группы врачом функциональной диагностики проводилась проверка точности распознавания программой границ, зубцов, формы комплексов, БНПГ, правильности измерения амплитудных и временных характеристик.

Для пациентов обеих групп проводился анализ широких комплексов QRS с помощью морфологических критериев Drew B.J., Scheinman M.M. (1995); Wellens H.J. (1978), R-wave peak time (RWPT) во II стандартном отведении (Pava L.F., 2010) и алго-

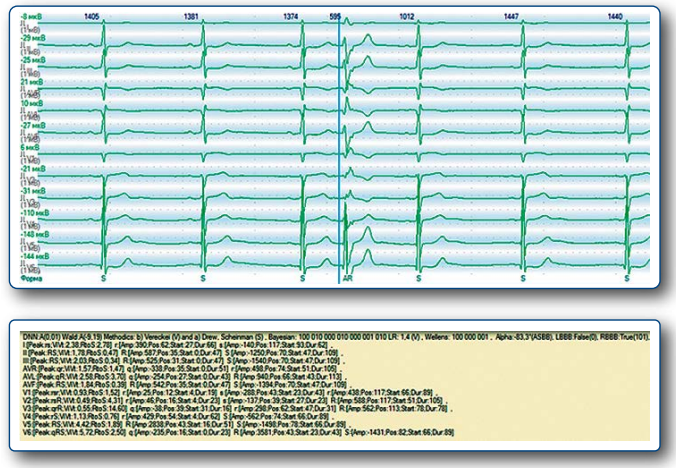
ритмов Brugada P. (1991); Bayesian (2000); Vereckei A. (2008). Пример результатов автоматического анализа одиночного широкого эктопического комплекса QRS в программе ХМ представлен на рисунке 1.

Статистический анализ данных

В обучающей выборке для суправентрикулярных и желудочковых комплексов были построены графики распределения каждого из использующихся критериев/алгоритмов дифференциальной диагностики, на отдельных участках которых оценивался процент попадания в них тех и других аритмий (Pok и Perr). Вероятность правильного распознавания комплексов определялась коэффициентом Вальда, который рассчитывался по формуле $k = 20x\log(Pok/Perr)$, где Pok и Perr – процент суправентрикулярных и желудочковых комплексов на каждом из участков. Общий коэффициент Вальда по множеству критериев/алгоритмов получался путем простого сумирования коэффициентов каждого из них. После построения графика распределения общего коэффициента Вальда для суправентрикулярных и желудочковых комплексов и аналогичного разделения его на участки определялась вероятность попадания в него как тех, так и других комплексов, тем самым, проводился анализ с помощью совокупности критериев/алгоритмов.

С помощью вышеописанного метода последовательного анализа Вальда [16] в модификации, разработанной в ЗАО «ИНКАРТ» и реализованной в специально созданном программном обеспечении на базе среды быстрой разработки приложений Embarcadero RAD Studio v.10.2 (Idera inc, USA), и с использованием программы автоматического анализа (КТ Result3, ЗАО «ИНКАРТ», РФ) оценивалась чувствительность (ЧВ), специфичность (СП), диагностическая точность (ДТ) каждого из анализируемых критериев/алгоритмов

Рис. 1. Пример автоматического анализа одиночного широкого эктопического комплекса QRS в программе ХМ



по отдельности и комплексно. Также проводилось моделирование алгоритмов/критериев распознавания аритмий с широкими комплексами QRS с использованием нейронных сетей: линейный, однослойный персептрон, Sigmoid (52 входа, 2 выхода и один скрытый слой со 100 ячейками, Microsoft CNTK). Полученные результаты проверялись на контрольной группе.

Результаты

Чувствительность, специфичность, диагностическая точность алгоритмов/критериев при автоматической обработке представлены в таблице 1 – для исследуемой группы и в таблице 2 – для группы контроля.

Лучшие результаты по выявлению ЖА продемонстрировали алгоритмы Brugada P., Drew B. J., Scheinman M. M. (ЧВ 86,43%, СП 66,73%, ДТ 82,14% – в исследуемой группе; ЧВ 81,80%, СП 73,12%, ДТ 78,75% – в группе контроля), алгоритм Bayesian (ЧВ 87,81%, СП 73,62%, ДТ 84,72% – в исследуемой группе; ЧВ 83,30%, СП 77,08%, ДТ 81,11% – в группе

Таблица 1. Диагностическая ценность алгоритмов/критериев при автоматическом анализе в исследуемой группе

Название алгоритма/критерия	ЧВ, %	СП, %	ДТ, %
Vereckei A. (2008) для ЖА	36,59	72,12	44,34
Vereckei A. (2008) для СВА	49,22	87,44	79,10
Brugada P. (1991); Drew B. J., Scheinman M. M. (1995) для ЖА	86,43	66,73	82,14
Brugada P. (1991); Drew B. J., Scheinman M. M. (1995) для СВА	65,85	86,72	82,17
Wellens H. J. (1978) для ЖА	77,13	73,81	76,41
Wellens H. J. (1978) для СВА	41,13	93,15	81,80
Bayesian (2000) для ЖА	87,81	73,62	84,72
Bayesian (2000) для СВА	73,62	87,81	84,72
RWPT во II отведении (Pava L. F., 2010) для ЖА	59,19	92,46	66,45
Комплексный анализ с помощью метода последовательного анализа Вальда для ЖА	83,06	84,80	83,44
Комплексный анализ с помощью метода последовательного анализа Вальда для СВА	84,80	83,06	83,44
Метод нейронных сетей для ЖА	97,06	99,35	97,56
Метод нейронных сетей для СВА	99,35	97,06	97,56

Рис. 2. Фрагмент ХМ пациента К.
Стрелкой указана зазубренность начальной отрицательной части комплекса QRS в отведении AVR

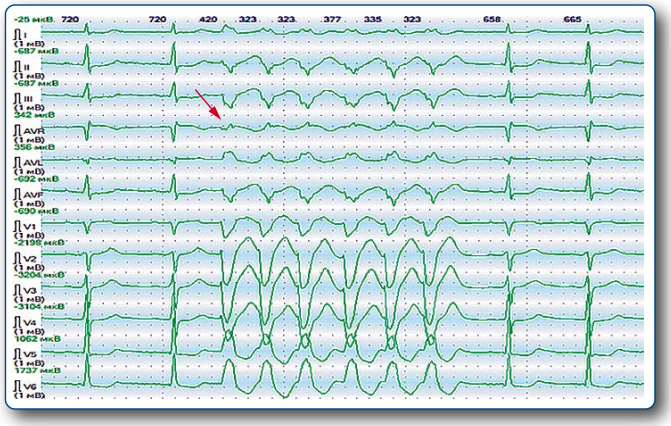


Таблица 2. Диагностическая ценность алгоритмов/критериев при автоматическом анализе в контрольной группе

Название алгоритма/критерия	ЧВ, %	СП, %	ДТ, %
Vereckei A. (2008) для ЖА	43,68	66,01	51,53
Vereckei A. (2008) для СВА	41,11	91,22	73,61
Brugada P. (1991); Drew B.J., Scheinman M.M. (1995) для ЖА	81,8	73,12	78,75
Brugada P. (1991); Drew B.J., Scheinman M.M. (1995) для СВА	71,15	81,8	78,06
Wellens H.J. (1978) для ЖА	71,73	84,58	76,25
Wellens H.J. (1978) для СВА	51,38	91,01	77,08
Bayesian (2000) для ЖА	83,3	77,08	81,11
Bayesian (2000) для СВА	77,08	83,3	81,11
RWPT во II отведении (Pava L.F., 2010) для ЖА	62,1	95,65	73,89
Комплексный анализ с помощью метода последовательного анализа Вальда для ЖА	83,51	84,58	83,89
Комплексный анализ с помощью метода последовательного анализа Вальда для СВА	84,58	83,51	83,89
Метод нейронных сетей для ЖА	91,43	91,3	91,39
Метод нейронных сетей для СВА	91,3	91,43	91,39

контроля) и комплексный анализ с помощью метода Вальда (ЧВ 83,11%, СП 83,65%, ДТ 83,23% – в исследуемой группе; ЧВ 83,51%, СП 84,58%, ДТ 83,89% – в контрольной группе).

Алгоритм Vereckei A. (2008) и критерий RWPT во II отведении (Pava L.F., 2010) для выявления ЖА имели наименьшие значения ЧВ (36,59 и 59,19% – для исследуемой группы, 43,68 и 62,10% – для контрольной, соответственно) и ДТ (44,34 и 66,45% – для исследуемой группы, 51,53 и 73,89% – для контрольной, соответственно); при этом критерий RWPT во II отведении показал максимальную СП (92,46%/95,65%).

Использование нейронных сетей позволило диагностировать желудочковые нарушения ритма с ЧВ 91,43%, СП 91,30%, ДТ 91,39% в группе контроля, и с ЧВ 97,06%, СП 99,39%, ДТ 97,6% в исследуемой группе.

Обсуждение

Большинство авторов в своих публикациях указывают на высокую ЧВ, СП, ДТ разрабатываемых ими критериев или алгоритмов [4, 7, 10–12]. Тем не менее в более поздних независимых исследованиях других авторов [9] все чаще встречаются данные об отсутствии воспроизводимости первоначальных результатов, что может быть связано с различиями исследуемых выборок, наличием или отсутствием исходных изменений ЭКГ (органических БНПГ, дополнительных путей проведения, рубцовых изменений миокарда), приемом антиаритмической терапии. Часто трудности возникают при дифференциальной диагностике аритмий с широкими комплексами QRS в группах пациентов с идиопатическими ЖА, что связано со сходством их морфологии с наджелудочковыми комплексами. В своей работе Jastrzebski M.с соавт. от 2012 г. [9] продемонстрировали более низкие значения СП и ЧВ четырех алгоритмов (Brugada P.,1991, Griffith M.J., 1994, Bayesian algorithm, 2000, Vereckei A., 2008) и одного критерия (the lead II RWPT criterion), чем оригинальные. По данным Jastrzebski M. с соавт. [9], при ретроспективном анализе 260 ТШК от 204 пациентов с верифицированными диагнозами значение СП для алгоритма Brugada P. (1991) при диагностике ЖТ составило лишь 59,2%, ЧВ – 89%, по сравнению с данными авторов оригинального исследования – 96,5 и 98,7%. Некоторые другие авторы, такие как Lau E.W., Vereckei A., Griffith M.J., также нашли СП алгоритма Brugada P. ниже (44, 73,3 и 67%, соответственно), чем сообщалось первоначально. Для алгоритмов Lau E.W. (Bayesian), Vereckeiet A., 2008, Griffith M.J. и критерия RWPT также были полу-

чены более низкие результаты СП и для некоторых ЧВ, чем в оригинале (СП 52%, ЧВ 89% против СП 97%, ЧВ 56% – для алгоритма Bayesian; СП 48%, ЧВ 87,1% против СП 75%, ЧВ 96,5% – для алгоритма Vereckei A. 2008; СП 39,8%, ЧВ 94,2% против СП 96%, ЧВ 64% – для алгоритма Griffith M.J.. Критерий RWPT имел наибольшее расхождение СП и ЧВ (СП 82,7%, ЧВ 60% против СП 99%, ЧВ 93%) [7, 8, 12].

Множество алгоритмов и критериев дифференциальной диагностики, частые противоречивые результаты при их использовании, сложность идентификации критериев и высокая степень субъективности оценок ведут к низкой востребованности и распространенности алгоритмов и критериев. Кроме того, ситуация, когда большинство алгоритмов предполагают одинаковый диагноз, встречается не столь часто, как хотелось бы. Гораздо чаще распространен вариант, когда часть алгоритмов свидетельствует в пользу ЖТ, а часть – в пользу суправентрикулярной тахикардии (СВТ); или же могут возникать противоречия внутри одного и того же алгоритма. В качестве примера рассмотрим фрагмент ХМ пациента К. (рис. 2). При использовании алгоритма Brugada P. (1991) диагноз СВТ устанавливается на 4 ступени (наличие морфологических критериев наджелудочковой тахикардии в отведении V1, V2). Результаты анализа алгоритмов Vereckei A., 2007, Wellens H.J., 1978, Bayesian algorithm (2000) также свидетельствуют в пользу СВТ, тогда как алгоритм Vereckei A. (2008), напротив, предполагает ЖТ (зазубренность на отрицательной начальной нисходящей части комплекса). То есть для постановки правильного диагноза врач должен последовательно проанализировать ЭКГ с использованием всех алгоритмов или применять инвазивные методы диагностики, что в условиях рутинной практики зачастую невозможно.

Использование программы автоматического анализа позволяет произвести мгновенный анализ аритмий с широкими комплексами QRS с помощью отдельных алгоритмов/критериев и комплексно, при этом снижение степени субъективной оценки за счет стандартизации амплитудно-временных характеристик позволяет использовать программу специалистам с разным опытом работы.

Комплексный анализ с помощью метода Вальда может иметь преимущество в случае противоречивых результатов работы отдельных алгоритмов и критериев, увеличивая тем самым вероятность правильной диагностики ЖА и СВА.

Использование нейронных сетей оказалось достаточно перспективным методом распознавания ЖА и СВА. Оно позволило диагностировать желудочковые

нарушения ритма с ЧВ 97,06%, СП 99,39%, ДТ 97,6% в исследуемой группе и с ЧВ 91,43%, СП 91,30%, ДТ 91,39% в группе контроля. Более низкие результаты ДТ в контрольной группе можно объяснить различием исследуемых групп, но, несмотря на это, метод показал лучшие СП, ЧВ, ДТ в распознавании ЖА и СВА, чем остальные.

Заключение

Результаты проведенного исследования показали, что, по всей видимости, отдельно взятые критерии и алгоритмы не могут быть надежными помощниками в диагностике аритмий с широкими комплексами QRS и в значительной степени зависят от исследуемой выборки. Лучшие значения в распознавании ЖА у пациентов без исходной БНПГ и признаков предвозбуждения желудочков показали алгоритмы Brugada P., Drew B.J., Scheinman M.M. (1995), Bayesian (2000), комплексное применение морфологических критериев и алгоритмов с помощью метода Вальда и использование нейронных сетей. Использование автоматического анализа значительно уменьшает объем работы врача по оценке отдельных амплитудно-временных характеристик комплексов, позволяет одновременно использовать результаты работы как отдельных алгоритмов и критериев, так и их комплекса, что повышает их диагностическую значимость и является важным подспорьем в работе врача. Возможно, дальнейшее совершенствование работы программы позволит в будущем исправить указанные недостатки, повысить ЧВ, СП, ДТ распознавания аритмий с широкими комплексами QRS.

Ограничения исследования

Неравномерность исследуемых выборок пациентов (преобладание количества ЖА над СВА) может привести к значимому смещению получаемых значений ЧВ, СП и ДТ. Различия между группой контроля и исследуемой группой не позволяют корректно проводить межгрупповое сравнение и сопоставление результатов. При использовании записей ХМ с другими исходными параметрами (например, более высокой частотой дискретизации) возможно получение других результатов, отличных от данного исследования. При практическом применении программы есть вероятность получения некорректных результатов при наличии артефактов записи, неправильно определенных границах комплексов.

Конфликт интересов: В.М. Тихоненко – генеральный директор ООО «Институт кардиологической техники "Инкарт"», А.В. Асеев – программист ООО «Институт кардиологической техники "Инкарт"».

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Marriott HJL, Sandler IA. Criteria, old and new, for differentiating between ectopic ventricular beats and aberrant ventricular conduction in the presence of atrial fibrillation. Progress in Cardiovascular Diseases. 1966;9(1):18–28. DOI: 10.1016/S0033-0620(66)80019-1
2. Stewart RB, Bardy GH, Greene HL. Wide complex tachycardia: misdiagnosis and outcome after emergent therapy. Annals of Internal Medicine. 1986;104(6):766–71. PMID: 3706928
3. Wellens HJ. The wide QRS tachycardia. Annals of Internal Medicine. 1986;104(6):879. PMID: 3593468
4. Brugada P, Brugada J, Mont L, Smeets J, Andries EW. A new approach to the differential diagnosis of a regular tachycardia with a wide QRS complex. Circulation. 1991;83(5):1649–59. PMID: 2022022
5. 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(12 Pt 1):2194–208. PMID: 8771133
6. Griffith MJ, de Belder MA, Linker NJ, Ward DE, Camm AJ. Multivariate analysis to simplify the differential diagnosis of broad complex tachycardia. British Heart Journal. 1991;66(2):166–74. PMID: 1883669
7. Griffith MJ, Garratt CJ, Mounsey P, Camm AJ. Ventricular tachycardia as default diagnosis in broad complex tachycardia. Lancet (London, England). 1994;343(8894):386–8. PMID: 7905552
8. Lau EW, Pathamanathan RK, Ng GA, Cooper J, Skehan JD, Griffith MJ. The Bayesian approach improves the electrocardiographic diagnosis of broad complex tachycardia. Pacing and clinical electrophysiology: PACE. 2000;23(10 Pt 1):1519–26. PMID: 11060873
9. Jastrzebski M, Kukla P, Czarnecka D, Kawecka-Jaszcz K. Comparison of five electrocardiographic methods for differentiation of wide QRS-complex tachycardias. EP Europace. 2012;14(8):1165–71. DOI: 10.1093/europace/eus015
10. Pava LF, Perafán P, Badiel M, Arango JJ, Mont L, Morillo CA 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
11. Vereckei A, Duray G, Szenasi G, Altemose GT, Miller JM. Application of a new algorithm in the differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia. European Heart Journal. 2006;28(5):589–600. DOI: 10.1093/eurheartj/ehl473
12. Vereckei A, Duray G, Szénási G, Altemose GT, Miller JM. 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
13. Wellens HJJ, Bär FW, Vanagt EJ, Brugada P, Farré J. The Differentiation between Ventricular Tachycardia and Supraventricular Tachycardia with Aberrant Conduction: The Value of the 12-Lead Electrocardiogram. In: Wellens HJJ. Kulbertus HE, eds. What's New in Electrocardiography? The Hague: Martinus Nijhoff, 1981:184-199. DOI: 10.1007/978-94-009-8239-0_11. In: What's New in Electrocardiography Wellens HJJ, Kulbertus HE, editors -Dordrecht: Springer Netherlands;
14. Alzand BSN, Crijns HJGM. Diagnostic criteria of broad QRS complex tachycardia: decades of evolution. Europace. 2011;13(4):465–72. DOI: 10.1093/europace/euq430
15. 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;481:1–26. PMID: 5241466
16. Gubler E. V., Genkin A. A. Application of non-parametric statistics criteria in biomedical research. 2-nd edition. – L.: Meditsina; 141 p. [Russian: Гублер Е. В., Генкин А. А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. Издание 2-е. – Л.: Медицина, 1973. – 141с]

Статья поступила 26.10.18 (Received 26.10.18)