

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный  
медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации

*на правах рукописи*

Буданова Маргарита Александровна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НЕИНВАЗИВНОЙ  
ЭЛЕКТРОКАРДИОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ АРИТМИЙ С  
ШИРОКИМИ КОМПЛЕКСАМИ QRS**

14.01.05 – кардиология

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук Тихоненко В.М.

Санкт-Петербург

2020

## Оглавление

Введение.....	6
ГЛАВА 1. Обзор литературы.....	13
1.1 История изучения аритмий с широкими комплексами QRS.....	13
1.2 Аритмии с широкими комплексами QRS. Определение. Виды тахикардий с широкими комплексами QRS.....	18
1.3 Электрокардиографические критерии дифференциальной диагностики.....	20
1.3.1 АВ диссоциация.....	20
1.3.2 Ширина комплексов QRS.....	21
1.3.3 Отклонение электрической оси сердца.....	23
1.3.4 Частота сокращений желудочков.....	26
1.3.5 Морфологические критерии дифференциальной диагностики.....	27
1.3.5.1 Морфологические критерии в отведениях V1, V2 и V6 при форме широких комплексов по типу блокады правой ножки пучка Гиса.....	27
1.3.5.2 Морфологические критерии в отведениях V1, V2 и V6 при форме широких комплексов по типу блокады левой ножки пучка Гиса.....	35
1.3.5.3 Критерий времени внутреннего отклонения в отведении V6 при форме широких комплексов по типу блокады левой ножки пучка Гиса .....	38
1.3.5.4 Конкордантность.....	40
1.3.5.5 Критерий отсутствия RS и продолжительности RS > 100 мс в грудных отведениях.....	41
1.3.5.6 Критерий времени пика R зубца (RWPT) во втором стандартном отведении.....	43
1.3.5.7 Роль отведений I, AVF в дифференциальной диагностике тахикардий с широкими комплексами QRS.....	44
1.3.5.8 Диагностическая ценность модифицированных грудных отведений MCL1,	

MCL6 для продолжительного непрерывного прикроватного ЭКГ мониторинга в дифференцировании тахикардий с широкими комплексами QRS.....	45
1.3.5.9 Морфологические критерии в отведениях V1, V2 и V6 при блокаде блокады левой ножки пучка Гиса у пациентов, перенесших инфаркт миокарда и у пациентов без структурных изменений сердца .....	47
1.3.5.10 Применение морфологических критериев у пациентов с исходной блокадой блокады левой ножки пучка Гиса .....	51
1.3.6 Влияние антиаритмических препаратов на критерии дифференциальной диагностики.....	56
1.3.7 Дифференциальная диагностика тахикардий с широкими комплексами QRS и артефактов.....	59
1.4 Клинические критерии дифференциальной диагностики тахикардий с широкими комплексами QRS.....	60
1.5 Алгоритмы и предложенные совокупности критериев дифференциальной диагностики.....	62
1.5.1. Алгоритм Dancy M., Ward D., 1985.....	62
1.5.2. «Классические критерии» Wellens H.J., Brugada P., 1987.....	64
1.5.3 Алгоритм Brugada P., 1991.....	65
1.5.4 Критерии Griffith M.J., Garratt C.J., Mounsey P., Camm A.J., 1994.....	67
1.5.5 Алгоритм Steurer G., Gürsoy S., 1994 (дифференциальная диагностика ЖТ и СВТ с антероградным проведением по ДПП) .....	68
1.5.6 Морфологические критерии Drew B.J., Scheinman M.M., 1995.....	70
1.5.7 Алгоритм Lau E.W., Pathamanathan R.K. et al. (Baesian).....	72
1.5.8 Алгоритм John M. Miller and Mithilesh K. Das.....	75
1.5.9 Алгоритм Vereckei A., 2007.....	76
1.5.10 Алгоритм Vereckei A., 2008.....	80

1.5.11 Алгоритм Jastrzebski M., Sasaki K., Kukla P. (оценка вероятности ЖТ).....	82
1.6. Ограничения критериев дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS.....	83
ГЛАВА 2. Материалы и методы исследования.....	
2.1 Общая характеристика пациентов и дизайн исследования.....	86
2.2 Холтеровское мониторирование .....	87
2.3 ЭКГ с использованием чреспищеводных отведений.....	88
2.4 Инвазивное эндоЭФИ.....	89
2.5 Стандартизация и унификация анализируемых данных с помощью критериев Миннесотского кода и автоматическое кодирование их в программе XM .....	91
2.6 Используемые критерии и алгоритмы .....	96
2.7 Статистический анализ.....	102
ГЛАВА 3. Результаты исследования.....	
3.1 Результаты автоматического анализа в программе XM.....	105
3.2 Результаты распознавания желудочковых и суправентрикулярных комплексов в исследовательской группе.....	115
3.3 Результаты распознавания желудочковых и суправентрикулярных комплексов в группе контроля.....	118
3.4. Коэффициент вероятности ошибочного результата.....	121
ГЛАВА 4. Обсуждение результатов.....	
Выводы.....	133
Практические рекомендации.....	134

Список сокращений.....135

Список литературы.....137

## **Введение**

### **Актуальность и степень разработанности темы исследования**

В литературе 20-го века описано немало исследований, посвященных дифференциальной диагностике аритмий с широкими комплексами QRS, однако этот вопрос все еще до конца не решен.

Актуальность данной темы связана, в первую очередь, с различиями в тактике лечения пациентов при суправентрикулярных и желудочковых нарушениях ритма (ЖНР), а также их разным влиянием на прогноз, особенно при структурной патологии сердца. Особое значение приобретает правильная постановка диагноза при нарушениях ритма, протекающих с явлениями нестабильности гемодинамики и угрозой для жизни больного, когда важно быстро и своевременно оказать необходимую медицинскую помощь.

Среди известных методов дифференциальной диагностики наибольшей точностью обладают чреспищеводная электрокардиограмма (ЧПЭКГ) и инвазивное электрофизиологическое исследование (ЭФИ), однако применение их ограничивается наличием противопоказаний, отсутствием нужного оборудования во многих учреждениях и сложностью выполнения. В связи с этим большое количество научных работ по дифференцированию аритмий с широкими комплексами QRS проведено по поверхностной электрокардиограмме (ЭКГ) в 12 отведениях, в результате которых предложен целый ряд отдельных критериев и алгоритмов. Все они базируются на общих принципах: выявление Р зубца и установление его взаимосвязи с прилежащими QRS комплексами или оценка формы комплекса QRS в разных отведениях. Наиболее достоверным способом является визуализация на поверхностной ЭКГ зубца Р, но при невозможности его распознавания, актуальным является использование морфологических критериев дифференциальной диагностики.

Несмотря на большое разнообразие предложенных ЭКГ критериев и алгоритмов дифференциальной диагностики многие исследования показали, что тахикардии с широкими QRS (ТШК) по-прежнему часто неверно диагностируются [1,2,3]. Так еще в 1986 г. Stewart H.L. [1] попытались оценить масштабы и последствия некорректной диагностики ТШК, представленных в экстренном порядке. 15 из 38 эпизодов желудочковой тахикардии (ЖТ) (39%) были ошибочно определены как суправентрикулярные тахикардии (СВТ) к тому времени, как была начата терапия. Верапамил был введен в 13 из 15 эпизодов неправильно 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.

В практической деятельности предложенные критерии и алгоритмы не получили широкого распространения, среди основных причин – их многообразие, невысокая точность, сложность применения, отсутствие четких амплитудно-временных характеристик, в особенности, при наличии необычной формы широких комплексов QRS, низкоамплитудных зубцах, зазубринах, что может сопровождаться увеличением степени субъективности при оценке разными специалистами.

Ограничение применения дифференциально-диагностических критериев и алгоритмов во врачебной практике ведет к необходимости совершенствования неинвазивной электрокардиологической диагностики аритмий с широкими комплексами QRS, выявлению оптимальных критериев и попытка формирования из их совокупности единого комплексного алгоритма. Внедрение такого алгоритма в программу холтеровского мониторирования (ХМ) значительно увеличило бы точность дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS при интерпретации холтеровских мониторов.

## **Цель исследования**

Изучить возможности распознавания аритмий с широкими комплексами QRS с помощью автоматического анализа при комплексном применении морфологических критериев и алгоритмов.

## **Задачи исследования**

1. Стандартизировать и унифицировать амплитудные и временные характеристики зубцов и комплексов электрокардиограммы с использованием критериев Миннесотского кода.
2. Определить чувствительность, специфичность, диагностическую точность наиболее распространенных электрокардиографических критериев и алгоритмов дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS на основании данных сравнения с верифицирующими методами.
3. Создать автоматический алгоритм распознавания аритмий с широкими комплексами QRS с последующим его внедрением в программу холтеровского мониторирования и оценкой точности на контрольной группе.
4. Использовать метод «нейронных сетей» в комплексной оценке морфологических характеристик для увеличения точности распознавания аритмий с широкими комплексами QRS по сравнению с ранее предложенными критериями/алгоритмами.

## **Научная новизна**

1. Установлено, что при комплексном анализе морфологических критериев и

алгоритмов, предложенных ранее, точность распознавания аритмий с широкими комплексами QRS повышается по сравнению с использованием их по отдельности.

2. Определено, что стандартизация морфологических признаков с использованием критериев Миннесотского кода уменьшает число ошибок при автоматическом анализе распознавания аритмий с широкими комплексами QRS.

3. Показано, что использование метода «нейронных сетей» в комплексной оценке морфологических характеристик позволяет значительно увеличить точность распознавания аритмий с широкими комплексами QRS по сравнению с ранее предложенными критериями/алгоритмами.

### **Практическая значимость**

Предложен алгоритм комплексного распознавания аритмий с широкими комплексами QRS, внедрение которого в программу холтеровского мониторирования позволяет увеличить точность распознавания желудочковых и суправентрикулярных нарушений ритма, значительно ускоряет диагностику и снижает трудозатраты врача, анализирующего холтеровский монитор.,

Разработана программа автоматического получения амплитудно-временных характеристик широких комплексов QRS при использовании алгоритмов и критериев дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS.

Реализована возможность одновременного получения результатов, как при использовании отдельных алгоритмов и критериев дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS, так и при комплексном анализе.

## **Методология и методы исследования**

В диссертационной работе проведен ретроспективный анализ данных обследования 159 пациента.

Использованы следующие методы диагностики: стандартная электрокардиограмма с дополнительными чреспищеводными отведениями, холтеровское мониторирование, инвазивное эндокардиальное электрофизиологическое исследование.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Стандартизация амплитудно-временных характеристик отдельных зубцов и комплексов устраняет субъективность врачебной оценки первичных электрокардиографических данных (формы комплекса, продолжительности отдельных интервалов, типа нарушения внутрижелудочкового проведения)
2. Выявление оптимальных критериев/алгоритмов дифференциальной диагностики или их совокупности позволяет улучшить точность распознавания желудочковых и суправентрикулярных нарушений ритма.
3. Одновременное применение критериев/алгоритмов по отдельности или комплексно для распознавания желудочковых и суправентрикулярных нарушений ритма в программе холтеровского мониторирования дает возможность ускорить диагностику, и уменьшить трудозатраты врача.
4. Комплексный анализ морфологических критериев и алгоритмов с помощью метода последовательного анализа Вальда и нейронных сетей позволяет увеличить точность распознавания аритмий с широкими комплексами QRS.

## **Степень достоверности и апробация результатов**

Материалы диссертации были представлены в виде устных докладов и обсуждены:

- на X Всероссийской конференции «Внезапная смерть: от критериев риска к профилактике» в рамках научной сессии Медицинского научно-образовательного кластера «Трансляционная медицина» 6 – 7 октября 2016 года, г. Санкт-Петербург;
- на Российском национальном конгрессе кардиологов – 2017г с международным участием, 24 – 27 октября 2017 года, г. Санкт-Петербург;
- на 18-м Конгрессе Российского общества холтеровского мониторирования и неинвазивной электрофизиологии 26 – 27 апреля 2017 года, г. Нижний Новгород;
- на 16-й Санкт-Петербургской школе кардиологов 15 – 24 мая 2017 года;
- на 7-м Всероссийском съезде аритмологов – 2017, 01 – 03 июня 2017 года, г. Москва;
- на III Международном конгрессе по электростимуляции и клинической электрофизиологии сердца «Кардиостим-2018» 15 – 17 февраля 2018 года, г. Санкт-Петербург;
- на 19-м Конгрессе Российского общества холтеровского мониторирования и неинвазивной электрофизиологии 25 – 26 апреля 2018 года, г. Ростов-на-Дону;
- на 17-й Санкт-Петербургской школе кардиологов 10 – 19 мая 2018 года;
- на 2-м Санкт-Петербургском Аритмологическом Форуме, 7 – 9 июня 2018 года г. Санкт-Петербург.

## **Внедрение результатов работы**

Основные положения и результаты диссертационной работы внедрены в

программу холтеровского мониторирования (KT Result 3, ЗАО «ИНКАРТ», РФ) и используются в образовательном центре ООО «Институт кардиологической техники "Инкарт"», г. Санкт-Петербург, НИЛ Электрокардиологии ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России.

## **Публикации**

Всего опубликовано 12 печатных работ, из них 6 статей в журналах, входящих в перечень Высшей Аттестационной Комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, 5 статей в зарубежных журналах, соавтор 1 монографии. Тезисы (17), как в отечественных (6), так и в зарубежных (11) сборниках научных конференций.

По теме диссертации опубликовано 2 статьи в журналах, входящих в перечень Высшей Аттестационной Комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации. Тезисы (5), как в отечественных (4), так и в зарубежных (1) сборниках научных конференций.

## **Структура и объем диссертации**

Диссертация изложена на 152 страницах, состоит из введения, четырех глав, выводов и практических рекомендаций. Список литературы содержит 139 источников, из них 10 отечественных и 129 зарубежных авторов. Текст иллюстрирован 24 рисунками и 5 таблицами.

## ГЛАВА 1. Обзор литературы

### 1.1 История изучения аритмий с широкими комплексами QRS

История изучения вопроса дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS насчитывает уже более 100 лет. Создание первого электрокардиографа (Einthoven W. в 1903 г.) привело к активному развитию и внедрению в медицину электрокардиографических методов диагностики нарушений ритма сердца. С этого времени и до настоящего момента, несмотря на прогрессивное развитие инвазивных электрофизиологических методов в аритмологии, не прекращаются попытки дифференцирования желудочковых и суправентрикулярных нарушений ритма с помощью поверхностной ЭКГ.

Впервые желудочковые экстрасистолы (ЖЭ) были зарегистрированы в 1908 г. Kraus F. и Nicolai G.F. [4]. В 1909 г. Lewis T. представил первую запись ЭКГ с многочисленными изолированными или непрерывно следующими друг за другом внеочередными желудочковыми комплексами и впервые описал электрокардиографические признаки вызванной искусственным путем ЖТ [5]. В 1911 г., проводя эксперименты на кошках с использованием анестезии хлороформом, Levy A.G. и Lewis T. показали, что внутривенное введение адреналина гидрохлорида в таких условиях приводит к увеличению числа желудочковых эктопических комплексов (ЖЭК), их «слиянию» и возникновению ЖТ с регулярным непрерывным чередованием направления комплексов, которое переходит в фибрилляцию желудочков (ФЖ) [6]. С тех пор стали появляться работы по описанию случаев пароксизмальных ЖТ, изучению их роли и прогностического значения, а также созданию их электрокардиографических и клинических критериев [7-10]. В 1921 г. Robinson G.C. и Herrmann G.R. [8] впервые, и затем в 1942 г. Cooke W.T. and White, P.D. [11], предложили диагностические критерии ЖТ по поверхностной ЭКГ. К ним относились:

1. Диссоциация предсердного и желудочкового ритма с более медленным предсердным ритмом;
2. наличие ЖЭК на фоне синусового ритма той же формы, что и во время пароксизма тахикардии;
3. продолжительность комплексов QRS равная 0,12 с или более;
4. изменение формы комплексов.

При этом авторы подчеркивали, что наличие аномальной формы комплексов не может рассматриваться как абсолютное доказательство того, что импульсы имеют желудочковое происхождение, потому как могут быть вызваны также нарушениями внутрижелудочковой проводимости.

Большое внимание уделялось также ЖТ, ассоциированным с коронарным атеросклерозом, коронарным тромбозом или очаговым миокардитом [8,12-15]. Экспериментально было показано, что ЖЭК, пароксизмальные ЖТ, ФЖ могут возникать после перевязки коронарных артерий [12,16-18]. О случаях возникновения двунаправленной ЖТ на фоне передозировки дигиталиса сообщали Felberbaum D. в 1923 г. [19], Reid W.D. в 1924 г. [20], Luten D. в 1925 г. [21], Howard T. в 1927 г. [22]. После работ Strong G.F. and Levine S.A. [10], Jones, T.D., and White, P. D [23], Willius, F. A [24], Barker, P. S [25] стало известно, что комплексы пароксизмальной ЖТ могут отличаться по времени возникновения или по длительности цикла [10], а также по амплитуде и форме, что вызвало предположения об их происхождении из различных эктопических очагов [23-25].

Термин «aberration» впервые был описан Lewis T. в 1925 г. как «аномальное распространение суправентрикулярного импульса по желудочку», обусловленное дефектом проведения некоторых из основных волокон Пуркинье [12]. В своих работах Lewis T., как правило, демонстрировал постоянную aberrацию ножки пучка Гиса или в одном преждевременном суправентрикулярном комплексе, обращая внимание на возможность aberrантного проведения импульсов на фоне фибрилляции предсердий (ФП) или трепетания предсердий (ТП), а в некоторых

случаях и на фоне СВТ.

В 1925-1926 гг. Lewis T. и Master A.M. [26] в своих экспериментах по изучению атриовентрикулярной (АВ) проводимости показали, что проведение импульсов во время каждого цикла зависит от длины предыдущего цикла, и в 1929 г. Scherf D. [27] отметил, что тот же фактор несет ответственность за вариабельность внутрижелудочкового проведения. После этого в литературе было описано много примеров aberrации, в том числе и СВТ, имитирующих ЖТ [28-30].

В 1946 г. Gouaux, J. L., and Ashman, R. [30] впервые описали механизм возникновения aberrantного проведения на примере клинического случая 48-летнего больного тиреотоксикозом с ФП без признаков органического поражения сердца, находящегося на терапии хинидином. Авторы демонстрировали эпизоды отсутствия aberrantного проведения при более высокой частоте ритма сердца (200 имп/мин) и, наоборот, его возникновение при более низкой частоте сердечных сокращений (ЧСС). Согласно данным Gouaux J.L. и Ashman R., aberrация, приводящая к уширению формы комплекса на ЭКГ, как правило, появлялась вследствие задержки прохождения импульса по структурам проводящей системы сердца, располагающихся ниже АВ узла (в ножках или ветвях пучка Гиса, волокнах Пуркинье), которые не успевали выйти из состояния рефрактерности. При этом продолжительность рефрактерного периода имела прямую зависимость от продолжительности предшествующего сердечного цикла. Если из нескольких преждевременных суправентрикулярных импульсов каждый попадал в рефрактерный период, то такая aberrация появлялась и была видна во всех комплексах, имитируя пароксизм ЖТ. Впоследствии такой механизм aberrantного проведения прочно укрепился в электрокардиографии как «феномен Ашмана» [30].

Помимо феномена Ашмана, причинами aberrantного проведения могли быть органические блокады ножек пучка Гиса (БНПГ), существующие до пароксизма тахикардии; частотнозависимые БНПГ, возникающие на фоне увеличения ЧСС,

функциональные БНПГ при не полностью восстановившейся проводимости, например, при ранних экстрасистолах. Также причиной могло стать замедление внутрижелудочковой проводимости под влиянием антиаритмических препаратов (ААП), в первую очередь, класса 1С, выраженность которого прямо пропорциональна ЧСС.

Сходство электрокардиографической картины нарушений ритма, имеющих с различные механизмы возникновения, привело к поиску строгих критериев для их распознавания. Наибольшее значение приобрело дифференцирование тахикардий с широкими комплексами QRS, так как именно они чаще всего сопровождались нестабильной гемодинамикой и требовали оказания неотложной медицинской помощи, тогда как, в случаях одиночных, парных эктопических комплексов, ускоренных идиовентрикулярных ритмов (УИР), была возможность отсроченного принятия решения. Кроме того, было выявлено, что пароксизмальные ЖТ, в том числе и ФЖ, являются основными причинами внезапной сердечной смерти, которая составляет 25% всех случаев естественной смерти по данным США [31], и требуют особой лечебной тактики.

Анализ данных ХМ отечественными исследователями (Москаленко А.В., Елькин Ю.Е., 2009 г.) показал, что в 83,5% случаях моменту внезапной сердечной смерти соответствует появление ЖА, включая полиморфную ЖТ типа «torsade de pointes» (12,7%), первичную ФЖ (8,3%) и трансформацию ЖТ в ФЖ (62,5%), реже брадикардий, переходящих в асистолию сердца [31,32]. Эти данные убеждают в том, насколько обоснованно ЖНР ассоциируются с высокой вероятностью развития фатальных аритмий, т.е. с внезапной аритмической смертью, и как важно их диагностировать на самых ранних этапах.

Особые трудности в диагностике вызывали случаи, описанные Wolff L., Parkinson J., White P.D. (синдром Wolff–Parkinson–White (WPW)), когда на ЭКГ обнаруживался короткий интервал PR и широкие QRS комплексы. Проведенные по дополнительным путям проведения (ДПП) импульсы часто приводили к изменению формы комплекса во время пароксизма, могли развивать большую

степень аберрации или даже сопровождаться ЖТ, что, однако, встречалось редко. Дополнительные сложности возникали при пароксизмах ТШК и отсутствии сведений о наличии ДПП. В публикациях 40-х годов [33,34] можно также встретить описание ЖТ у больных с синдромом WPW. Несмотря на то, что наличие ДПП не исключало возможность развития ЖТ, по мере изучения аритмий с широкими комплексами QRS, возникали предположения об ошибочной трактовке некоторых форм СВТ, как ЖТ.

Впервые попытка дифференцирования аритмий с широкими комплексами по поверхностной ЭКГ была предпринята Langendorf R. в 50х годах 20 века. Используя обобщенные данные предыдущих исследований [12,26-27,33,35-37], он показал значение продолжительности предшествующего сердечного цикла не только для возникновения аберрации преждевременного суправентрикулярного импульса, но и для отличия наджелудочковых эктопических комплексов от желудочковых, как на фоне синусового ритма, так и во время ФП или ТП с различным соотношением АВ проведения. В 1955 г., совместно с Winternitz M., им были предложены критерии [36], по которым можно было дифференцировать преждевременные желудочковые комплексы и наджелудочковые комплексы с аберрантным проведением при ФП:

1. Эктопические преждевременные комплексы, как правило, имеют фиксированный интервал сцепления, в то время как при аберрантном проведении короткий R-R интервал может изменяться в широком диапазоне.
2. Аберрантные комплексы почти всегда имеют вид блокады правой ножки пучка Гиса (БПНПГ) с уширенной конечной частью, в отличие от ЖЭК, которые могут иметь различные необычные формы QRS и уширены на всем протяжении. Тем не менее, комплексы с аберрантным проведением, возникая в виде быстрых последовательных сокращений, также могут иметь необычную форму и имитировать пароксизмальную ЖТ [30,38].
3. Значительная пауза (аналогично компенсаторной паузе при синусовом

ритме) имеет тенденцию следовать за ЖЭК.

4. Комплексы с аберрантным проведением обычно следуют за коротким R–R интервалом, которому предшествует длинный R–R интервал (феномен Ашмана).

При этом Langendorf R. уточнял, что данные критерии не являются абсолютными и безошибочными, и могут использоваться лишь как руководство к действию, так как в присутствии ФП ЖЭ также имеют тенденцию возникать после сокращений, которые завершают длительный сердечный цикл, согласно "правилу бигеминии" [39]. Кроме того, отсутствие постэкстрасистолической паузы вместе с вариациями интервала сцепления в присутствии ФП или ТП может быть, как в случае аберрации, так и в случае ЖЭ.

## **1.2 Аритмии с широкими комплексами QRS. Определение. Виды тахикардий с широкими комплексами QRS**

Согласно большинству современных классификаций, к аритмиям с широкими комплексами QRS относят желудочковые аритмии (ЖА) и наджелудочковые аритмии с аберрантным проведением по типу БНПГ или с участием ДПП, представленные одиночными и парными широкими эктопическими комплексами, а также УИР и тахикардиями, как мономорфными, так и полиморфными, регулярными или нерегулярными, возникающими на фоне синусового ритма или ФП.

К УИР, согласно рекомендациям Комитета экспертов ВОЗ (1980), относят ритмы продолжительностью от трех комплексов с частотой, превышающей уровень физиологической активности центра автоматизма (не более 100 в 1 мин). Обобщающие сведения и электрокардиографические характеристики УИР, а также теории и концепции механизмов их развития подробно изложены Кушаковским М. С., Трешкур Т.В. [40-44], Fisch Ch., Knoebel S. [45], Vibhuti N.S., Rakesh K.S. [46].

К тахикардиям с широкими комплексами принято относить тахикардии с частотой сокращений желудочков (ЧСЖ) более, чем 100 в 1 мин и длительностью комплекса QRS более 120 мс в одном из однополюсных грудных отведений (V1-V6) или с продолжительностью QRS от 110 до 120 мс, с морфологией, характерной для блокады одной или обеих ножек пучка Гиса [47-49].

ТШК могут быть регулярные и нерегулярные. Среди регулярных основными являются:

#### I. Желудочковые

#### II. Суправентрикулярные с аберрантным проведением

##### 1. С фиксированной или функциональной БНПГ

- синусовая тахикардия
- предсердная тахикардия
- ТП
- АВ узловая тахикардия (реципрокная, очаговая)
- ортодромная АВ тахикардия

##### 2. С проведением по ДПП

- синусовая тахикардия
- предсердная тахикардия
- ТП
- антидромная АВ тахикардия

Среди нерегулярных наиболее распространеными являются:

#### I. Желудочковые

#### II. Суправентрикулярные с аберрантным проведением:

##### 1. С фиксированной или функциональной БНПГ

- ФП

- ТП с нерегулярным АВ проведением
- предсердная тахикардия с нерегулярным АВ проведением

## 2.С проведением по ДПП

- ФП

### **1.3 Электрокардиографические критерии дифференциальной диагностики**

#### **1.3.1 АВ диссоциация**

Одним из наиболее распространенных и достоверных критериев с момента проведения первых попыток дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS остается АВ диссоциация, которая определялась клинически и электрокардиографически. По данным ряда исследований ее специфичность (СП) достигала 100% (Vereckei A., Duray G. (2007) [50], Фролов В.М., Заикина Н.В. (2009) [51], Brugada P. et al. (1991) [52]), что было причиной ее частого использования как самостоятельно, так и в составе алгоритмов: Dancy M., Ward D. (1985) [53], Wellens H.J., Brugada P. (1987) [54], Drew B.J., Scheinman M.M. (1991, 1995) [55,56], Brugada P. (1991) [52], Andrade F.R., Eslami M. (1996) [57], Miller J.M, Das M.K. (2004) [58], Vereckei A., Duray G., (2007 г. и 2008 г. - модифицированный пятиступенчатый алгоритм) [50, 59], Фролов В.М., Заикина Н.В. (2009г) [51], Jastrzebski M., Sasaki K. (2015) [60]. Однако невысокая частота встречаемости [52,61-63] АВ диссоциации снижала ее общую диагностическую ценность [38,64-65]. Так, по результатам Brugada P. et al., 1991 [52], АВ диссоциация присутствовала только в 21% ЖТ и ни при одной СВТ. Andrade F.R., Eslami M., 1996 [57] сообщали, что у пациентов с фасцикулярной ЖТ, чувствительной к верапамилу, АВ диссоциация была обнаружена в 8 случаях и имела чувствительность (ЧВ) 73% с увеличением до 82% в присутствии сливных

комплексов. По данным Wellens H.J. (1977-1978) [62] АВ диссоциация была выявлена только в 23 эпизодах ЖТ (из 70) и в двух эпизодах СВТ с аберрантным проведением (из 70). Достаточно распространенным явлением во время ЖТ являлось ретроградное вентрикуло-атриальное (ВА) проведение [66-73]. В исследовании Massumi R.A., Tawakkol A.A., 1967 [66] во время искусственно индуцированных желудочковых и предсердных тахикардий ВА проведение было выявлено в 50% ЖТ. Захваты и слияные сокращения встречались редко. АВ диссоциация часто обнаруживалась при ритмах из АВ соединения [74], о чем сообщали и другие исследователи [61, 62]. АВ диссоциация также могла встречаться и в редких случаях АВ узловой реципрокной тахикардии (ПРАВУТ) и при необычных видах тахикардии Махайма, в которых ретроградной проводимости не было [38, 64-66, 75,76].

Другими словами, как оказалось, АВ диссоциация не является обязательным условием для диагностики ЖТ, так же, как и регулярное ВА проведение [67-73]. Помимо этого, в ряде случаев возможны сложности дифференцирования АВ и ВА проведения. Так, например, при одинаковой частоте сокращений предсердий и желудочков близость зубца Р к комплексу QRS не является доказательством его антероградной проводимости, а может быть результатом длительного времени ВА проведения. И наоборот, близость зубца Р к предыдущему QRS не обязательно указывает на ретроградное ВА проведение, так как это может произойти во время СВТ с АВ блокадой первой степени.

### **1.3.2 Ширина комплексов QRS**

Изучая ширину комплексов QRS у пациентов без исходной БНПГ и не принимавших антиаритмическую терапию (ААТ) во время исследования в 1978 г. Wellens H.J., Bar F.W. [62], отметили, что продолжительность QRS  $> 0,14$  с была характерна для ЖТ (48 из 70 (68,6%) ЖТ, тогда как при аберрантном проведении

ее значение составляло  $\leq 0,14$  с. Сходные данные были получены Griffith M.J., de Belder M.A. в 1991 г. [77]. Только 5 из 33 пациентов с СВТ имели ширину QRS более 140 мс, что в трех случаях было обусловлено наличием ДПП и в двух–задержкой внутрижелудочковой проводимости. Однако еще в 1973 г. в своей публикации Lown B., Temte J. V. [78], подобно Massumi RA, Tawakkol AA, Kistin AD (1967) [66], заявляли, что изменение продолжительности комплекса QRS не являются решающими для различения ЖТ и СВТ и могут быть следствием существующей ранее БНПГ или внутрижелудочковой блокады, изменения скорости проведения импульсов, наличия ДПП, локализации эктопических комплексов. Brugada P. et al, 1991 [52] в последующем также обнаружили, что продолжительность комплекса QRS более 0,14 с не редко наблюдалась при СВТ с нарушением проведения. В 1995 г. Drew B.J., Scheinman M.M. [56] опубликовали результаты своей работы, в которых ЧВ критерия ширины QRS  $> 0,16$  с была равна 65%; СП 97%, а критерий ширины QRS  $> 0,14$  с не оказался значимым в дифференциальной диагностике ЖТ и СВТ (ЧВ 79%, СП 69%). Поэтому, хотя Akhtar M et al. [63] и указывали, что ширина комплекса QRS  $> 0,14$  с может использоваться для диагностики ЖТ при тахикардиях с формой БНПГ и QRS  $> 0,16$  с при тахикардиях с формой блокады левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ), однако Drew B.J., Scheinman M.M. посчитали, что только QRS  $> 0,16$  с был полезным критерием для диагностики ЖТ. Они обосновывали это тем, что в условиях неотложной помощи пациенты часто получают антиаритмические препараты, которые могут дополнительно увеличить продолжительность QRS. Другие авторы, такие как Alberca T., Almendral J. в 1997 г. [79] также выявили, что длительность комплекса QRS  $> 140$  мс, имела ограниченную ценность при исходной БНПГ (СП 43%), так же, как и в случаях БЛНПГ. Это согласуется с хорошо известной ассоциацией между БЛНПГ и структурными изменениями сердца, которые могут изменять внутрижелудочковую проводимость. Помимо этого, Drew B.J., Scheinman M.M. [55] сделали два дополнительных замечания, касающиеся ширины комплексов. Во-первых, нередко отмечалась большая

разница в продолжительности комплексов QRS в разных отведениях, т. к. часто встречались частично изоэлектрические комплексы, обманчиво узкие. Таким образом, точный анализ ширины комплексов требовал полной 12-канальной записи ЭКГ. Во-вторых, очень часто сложно было измерить ширину QRS в связи с наложением комплексов на предшествующий сегмент ST или зубец Т и исчезновением изолинии, что приводило к трудности или невозможности определения начала и окончания комплексов во время ТШК с высокой ЧСЖ. Таким образом, критерий ширины оказался менее полезным при тахикардиях с ЧСС > 190 в 1 мин.

Сравнивая ЖТ у пациентов, перенесших инфаркт миокарда (ИМ) с идиопатическими ЖТ, Coumel P., Leclercq J.F., в 1984 г. [80] отметили, что ширина комплекса QRS в группе идиопатических ЖТ характеризовалась меньшей продолжительностью ( $135 +/- 11$  мс), чем в группе ЖТ при перенесенном ИМ ( $171 +/- 32$  мс) ( $P < 0.001$ ) [80].

В 2004г Miller J.M, Das M.K. [58] написали обзор по существующим критериям и подчеркнули, что узкие комплексы QRS могут наблюдаться при следующих ситуациях:

1. ЖТ септального происхождения, с последующей одновременной активацией обоих желудочков;
2. раннее проникновение импульса в систему Гиса-Пуркинье с последующей относительно быстрой активацией желудочков по сравнению с системой Гиса-Пуркинье.

### **1.3.3 Отклонение электрической оси сердца**

Данные о роли отклонения электрической оси сердца (ЭОС) для дифференциальной диагностики ТШК также оказались достаточно многообразны и противоречивы.

По результатам исследования Wellens H.J., 1978 отклонение ЭОС влево (угол альфа < -30°) отмечалось только в 5 случаях СВТ (7%) и при 48 ЖТ (68,6%). Из них 33 (47,1%) ЖТ с формой БПНПГ и 15 (21,4%) ЖТ с формой БЛНПГ ( $p < 0,001$ ). Похожие результаты были в последующем опубликованы Dancy M., Ward D. [53], Griffith M.J., de Belder M.A. в 1991 г. [77], которые также считали этот признак полезным в диагностике ЖТ. Отклонение ЭОС влево было зарегистрировано в 43 из 69 ЖТ против 10 из 33 при СВТ [77]. Кроме того Griffith M.J., de Belder M.A., 1991 [77] сочли также, что отклонение ЭОС вправо, особенно в присутствии формы БЛНПГ, также является ценным критерием ЖТ (в 21 из 69 ЖТ против 9 из 33 СВТ). Тем не менее, не все исследователи были согласны с таким мнением. [52,63,81]. В 1988 г. Kindwall K.E., Brown J., Josephson M.E. [81] сравнивая тахикардии с блокадой ЛНПГ, выявили, что 67% пациентов с ЖТ и 59% с СВТ имели отклонение ЭОС влево, таким образом этот признак не имел принципиального значения в отличии ЖТ от СВТ. ЧВ отдельных критериев, таких, как, например, R волны  $> 30$  мс и наличия зазубрины на нисходящей части волны S также оставалась низкой, как при отклонении ЭОС влево (39% и 38% соответственно для каждого критерия), так и без отклонения оси влево (30% и 33% соответственно для каждого критерия). Brugada P. et al, 1991 [52], также выявили, что отклонение ЭОС влево часто присутствовало и при СВТ с аберрантным проведением (СВТ с БЛНПГ 12 (57%), СВТ с БПНПГ 3 (10%)), чем еще раз подтвердили наблюдения Akhtar M. Et al. в 1987 г. [63]. Позже, сходные результаты были получены и Drew B.J., Scheinman M.M., 1995 [56], которые нашли отклонение ЭОС влево (-60 до -90) бесполезным в диагностике ЖТ с блокадой ЛНПГ, однако, значимым для диагностики ЖТ с БПНПГ (ЧВ 38%, СП 95%). Отклонение ЭОС вправо ( $+120^\circ$  до  $\pm 180^\circ$ ) при тахикардии с БЛНПГ, как критерий ЖТ, по их данным имело ЧВ 30%, СП 94%.

Высокое отклонение ЭОС вправо ( $-90^\circ$ - $180^\circ$ ) по данным Kremers M.S., Black W.H., 1988 г. [82] отмечалось в 19% ЖТ, но ни в одном синусовом комплексе с БНПГ ( $p = 0,029$ ), а по данным Drew B.J., Scheinman M.M., 1995 г. [56] оно

предполагало ЖТ с ЧВ 22%, СП 97%, что также отмечалось в исследованиях Wellens H.J, Bär F.W. [62], Caceres J., Bajwa T. [83], Akhtar M., Shenasa M.. [84], Kindwall K.E., Brown J., Josephson M.E., 1988 [81].

Критерии ЖТ, объединяющие показатели продолжительности QRS и отклонения ЭОС и формы БНПГ были предложены Wellens H.J., Brugada P. в 1987 г. [54], и также входили в их «классические критерии» [54]. При форме комплексов по типу БПНПГ отклонение ЭОС влево с продолжительностью комплекса  $QRS > 140$  мс предполагало ЖТ. При форме комплекса по типу БЛНПГ отклонение ЭОС вправо ( $\geq +90^\circ$ ) и продолжительность комплекса  $QRS > 160$  мс предполагало ЖТ. А в 2001г Wellens H.J. [85] сформулировал особенности и ограничениях данных ЭКГ в дифференциальной диагностике, среди которых отклонение ЭОС влево ( $-30^\circ$ ) считалось характерным для ЖТ, но не являлось достоверным критерием, так как могло встречаться при СВТ с проведением по правостороннему или задне-септальному дополнительному пути, а также при СВТ во время использования ААП 1 С класса.

В 1992 г по результатам одномерного и многомерного анализа Griffith M.J., de Belder M.A. в 1991 г [77] обнаружили, что изменение ЭОС при тахикардии более чем на  $40^\circ$  в сравнении с ЭОС во время синусового ритма оказалось независимым предиктором ЖТ (вправо (21 из 69 ЖТ против 5 из 33 при СВТ), либо влево (36 из 69 ЖТ против 7 из 33 СВТ)). На основании полученных данных в 1992 г Griffith M.J., de Belder M.A. et al. предложили дополнительный критерий, который наблюдался только у пациентов с ЖТ: сдвиг ЭОС вправо больше, чем на  $20^\circ$  при ЖТ в сравнении с синусовым ритмом [86].

По данным Alberca T., Almendral J. [79] для пациентов с органической БНПГ и QRS продолжительностью более 140 мс [61,62]; отклонение ЭОС влево (от  $-30^\circ$  до  $-90^\circ$ ) при БПНПГ [61,62]; правая верхняя ось (от  $-90^\circ$  до  $-180^\circ$ ) при БПНПГ [82,84] – имели СП 43%, 54%, 87%, соответственно.

### 1.3.4 Частота сокращений желудочков

При оценке ЧСЖ в 1977-1978 гг. Wellens H.J., Bar F.W. [62] обнаружили, что для пациентов с СВТ диапазон значений ЧСЖ чаще варьировал в пределах от 170 – 200 в 1 мин, а для пациентов с ЖТ – от 130 до 170 в 1 мин. ЧСЖ выше 200 в 1 мин была найдена в обеих группах пациентов. Однако по данным Drew B.J., Scheinman M.M., [56] от 1995 г. тахикардии с ЧСЖ > 190 в 1 мин, часто не проявляли однозначных критериев, с помощью которых можно было бы поставить определенный диагноз.

Фролов В.М., Заикина Н.В., 2009 [51] наиболее сложной аритмией для дифференциальной диагностики считали ТП с проведением 1:1 и 2:1 с высокой ЧСЖ. ТП с проведением 1:1 также было необходимо дифференцировать с трепетанием желудочков при котором не определяются отдельные элементы желудочковых комплексов. В пользу ТП, по мнению авторов, свидетельствовала «риgidность» ритма – интервалы R–R практически не отличаются друг от друга, амплитуда R и S не меняется от комплекса к комплексу, а предсердные зубцы четко связаны с комплексами QRS.

Другие попытки дифференциальной диагностики показали, что диапазон ЧСЖ как при ЖТ, так и при СВТ являлся достаточно обширным, поэтому данный критерий не мог быть достоверным для распознавания желудочковых и суправентрикулярных тахикардий.

### **1.3.5 Морфологические критерии дифференциальной диагностики**

#### **1.3.5.1 Морфологические критерии в отведении V1, V2 и V6 при форме широких комплексов по типу блокады правой ножки пучка Гиса**

В 1965 г. Sandler I.A. и Marriott H.J. [87] впервые попытались провести различие между желудочковыми и аберрантными комплексами с блокадой ПНПГ по форме в отведении V1. До этого времени ни в одном из стандартных исследований [12,30,35,88-90] не сравнивались и не сопоставлялись морфологические особенности аберрантных комплексов и ЖЭК. Своему исследованию Sandler I.A. и Marriott H.J. придавали большое практическое значение, поскольку признаки, предложенные в 50х годах 20 века Langendorf R. [35-37] для идентификации аберраций, могли помочь в дифференциальной диагностике аритмий с широкими QRS комплексами лишь с определенной степенью вероятности; и часто невозможно было отличить ЖЭК от суправентрикулярных с аберрантным проведением, особенно в присутствии мерцательной аритмии.

Согласно общепринятым критериям того времени, за ЖЭ принимались только те комплексы, которые не имели никакого видимого свидетельства предшествующей преждевременной предсердной активности и имели полную компенсаторную паузу. При этом авторы полностью осознавали, что такие эктопические комплексы теоретически неотличимы от АВ узловых или стволовых экстрасистол с аберрацией, не имеющих ретроградного проведения. Аберрантные комплексы с предшествующим зубцом Р были приняты в качестве суправентрикулярных, хотя при этом со 100% точностью невозможно было исключить слияние комплексов. Для наглядности, маленькими буквами (q, r, s) были обозначены зубцы с амплитудой 4 мм или менее, в то время как большими (Q, R, S) – зубцы с амплитудой 5 мм или больше. С этого момента такие

обозначения стали использоваться повсеместно. Проводился анализ и сравнение синусовых комплексов с исходной блокадой БНПГ, одиночных ЖЭ и преждевременных аберрантных комплексов с морфологией БНПГ в отведении V1.

Средняя ширина QRS для ЖЭК составила 124 мс, для преждевременных аберрантных – 117 мс. Для записей с фиксированной БНПГ средняя ширина QRS оказалась равной 126 мс, что даже превзошло ширину комплексов при ЖЭ. Было выявлено, что 92% ЖЭК оказалисьmonoфазными или двухфазными, в то время как лишь 6% из них – трехфазные. В отличие от этого, 67% записей с фиксированной БНПГ и 70% преждевременных аберрантно проведенных эктопических комплексов имели трехфазную морфологию. Monoфазные или двухфазные комплексы отмечались в 33% случаев фиксированной БНПГ и в 30% преждевременных аберрантно проведенных комплексах.

Первоначальные 0,02 с вектора были идентичны нормально проводимым близлежащим синусовым сокращениям в 44% преждевременных аберрантных комплексов и только в 4% желудочковых. При этом в некоторых записях с последовательными преждевременными аберрантными сокращениями типа БНПГ одновременно регистрировались комплексы, как с идентичными, так и измененными начальными векторами. Отличие остальных 51% ЖЭК проявлялось в противоположном отклонении начального вектора; 45% ЖЭК имело такое же направление, но с разницей в отклонении. При фиксированной БНПГ начальный вектор, как правило, был идентичен начальному вектору в сокращениях с нормальным проведением, что можно объяснить отсутствием нарушения ранней активации желудочек (перегородки слева направо). Последнее наблюдение в последующем оказалось полезным и не осталось без внимания. В 1985 г. Dongas J., Lehmann M.H. сообщали, что идентичная полная БНПГ во время синусового ритма и тахикардии является диагностическим признаком СВТ [91], в то время как изменение формы комплексов QRS во время тахикардии с широкими QRS у больных с исходной БНПГ, предполагает диагноз ЖТ. Это утверждение не

противоречило результатам исследования Griffith M.J., de Belder M.A. от 1991 г. в котором экстрасистолы с такой же конфигурацией QRS, что и в течение тахикардии, были на 100% специфичны для ЖТ, но только на 17% чувствительны (отмечались в 12 из 69 ЖТ и ни при одном из 33 СВТ), а отклонение ЭОС при тахикардии более чем на 40 градусов в сравнении с ЭОС во время синусового ритма оказалось независимым предиктором ЖТ [77]. Тем не менее, в 2001 г. Guo H., Hecker S. опубликовали статью, в которой описали уникальную форму ЖТ, аналогичную морфологии QRS на ЭКГ в 12 отведениях во время синусового ритма, но с механизмом, не связанным с re-entry в ножках пучка Гиса. ЭФИ подтвердило, что во время тахикардии локальная активация миокарда желудочков предшествовала активации системы Гиса-Пуркинье. Таким образом, роль системы Гиса-Пуркинье в механизме была пассивной, хотя не исключалось участие ее части в медленной ретроградной активации желудочков [92].

В 1971 г. Marriott H.J. также предложил термин «кроличьи уши» для комплексов с двойным пиком R в отведении V1. В то время как "хороший кролик" с более высоким правым пиком был характерен для аберрации по типу БПНПГ, «плохой кролик» с более высоким левым пиком свидетельствовал о желудочковом происхождении комплекса [76]. При этом в одной из своих работ Sandler IA и Marriott HJ (1966 г.) сообщали о более частой встречаемости ЖЭК с формой БПНПГ (63%) [93]. Немного позже в 1973 г. Lown B., Temte J. V., также обнаружили, что большинство эпизодов ЖТ возникали в левом желудочке с формой комплекса, имитирующей типичную БПНПГ [78].

Некоторые авторы, такие как Lown B., Temte J. V. [78], Kistin A.D. [68], скептически относились к любым существующим критериям дифференциальной диагностики, в связи с возможным влиянием существующей ранее БНПГ или внутрижелудочковой блокады на изменение формы и продолжительности комплексов QRS. Они считали, что без сомнения желудочковое происхождение имеют только ФЖ и аритмии, вызванные прямой стимуляцией желудочков. Что касается сливных комплексов и захватов, их роль авторы также не считали

решающей. Они приводят примеры, когда такие сокращения могли наблюдаться при отсутствии ЖТ:

1. При СВТ захваты могут имитировать ЖЭК;
2. При тахикардиях, обусловленных синдромом WPW, эпизодическое распространение импульса по нормальному АВ пути может имитировать захват;
3. во время СВТ с аберрацией, предсердные или узловые экстрасистолы могут распространяться обычно при попадании в фазу "супернормальной проводимости".

Введение Durrer D., Schoo L. Et al. [94] и Coumel P.L., Cabrol C. et al. [95] в 1967 г. программированной стимуляции сердца с одновременной регистрацией внутрисердечной и экстракардиальной электрической активности было большим подспорьем в понимании ЭКГ больных при тахикардиях с широкими комплексами QRS. Внутрисердечные электрограммы позволяли определять место происхождения и пути распространения тахикардии. Тщательное соотнесение этой информации с характеристиками поверхностной ЭКГ в 12 отведениях привело к формированию системного подхода к анализу ЭКГ и сделало возможным дифференциальную диагностику происхождения аритмии.

В 1977-1978 гг. Wellens H.J. [62], признавая важность наблюдений Sandler and Marriott [87,93], в свою очередь, провели исследование по оценке значения 12 отведений ЭКГ для дифференциальной диагностики ЖТ от СВТ с формой БПНПГ и БЛНПГ, используя запись гисограммы для доказательства места происхождения аритмии. Решающая роль в определении БЛНПГ или БПНПГ, как и в большинстве последующих работ, принадлежала отведению V1. При преобладании положительной полярности форма определялась как БПНПГ, и при преобладании отрицательной полярности – как БЛНПГ.

По результатам этой работы трехфазная форма комплексов при БПНПГ в отведении V1 была обнаружена, как при ЖТ – в 17 из 45 случаев (37,8%), так и

при СВТ – в 47 из 48 случаев (97,9%), при этом своеобразная форма трехфазного QRS комплекса в отведении V1, так называемая «конфигурация уха кролика» с большим левым пиком [76], была обнаружена только у пациентов с ЖТ. Сходные результаты в последующем были получены другими авторами, использовавшими инвазивное ЭФИ с целью верификации тахикардий [55,56,77]. Так, по данным Drew B.J., Scheinman M.M. трехфазный паттерн с преобладающим левым пиком в отведении V1 не был замечен ни при одном СВТ, но был выявлен в 14% ЖТ в исследовании от 1991 г. [55] и в 23% ЖТ (14 из 60 ЖТ) в исследовании от 1995 г. [56]. Такой же критерий в 1985 г Dancy M., Ward D. [53] включили в свой алгоритм дифференциальной диагностики. Напротив, формы rR' или rsR' в отведении V1, хотя и были предпочтительны для СВТ с аберрантным проведением (по результатам Griffith M.J., de Belder M.A., 1991 г. [77] трехфазные RsR' или rSR в отведении V1 встретились в 11 из 33 СВТ и только в 3 из 69 ЖТ), они встречались также и во время ЖТ (в 46% при СВТ и 8% при ЖТ – в исследовании Drew B.J., Scheinman M.M. от 1991 г.; в 64% (14 из 22) СВТ и 13% (8 из 60) ЖТ в исследовании от 1995 г.; в 13% ЖТ по данным Akhtar M., Shenasa M. от 1988 г. [84]).

Почти все моно- или бифазные комплексы (R, qR, QR, RS) при форме БПНПГ в отведении V1 по данным Wellens H.J., 1977-1978 гг. [62] соответствовали ЖТ (28 из 45ЖТ (62%)), что не противоречило данным Sandler I.A. и Marriott H.J., 1965 [87] и Griffith M.J., de Belder M.A. от 1991 г. [77] (Rs, qR в отведении V1 были выявлены в 26 из 69 ЖТ и только в 5 из 33 СВТ, одиночная волна R – в 12 из 69 ЖТ и в 2 из 33 СВТ). В отличие предыдущих авторов Drew B.J., Scheinman M.M., в 1991 г. [55] и в 1995 г. [56] обнаружили, что монофазный R в отведении V1 при блокаде ПНПГ не был статистически значимым для ЖТ (встретился в 17% ЖТ и в 14% СВТ в исследовании от 1991 г.; в 28% ЖТ и в 27% СВТ (27%) – в исследовании от 1995 г.). Одной из причин авторы считали слияние начала комплексов с предшествующим зубцом Т при СВТ с высокой ЧСЖ таким образом, что после ясно различимого первого трехфазного rsR' СВТ остальные комплексы

кажутся монофазными R. Что касается двухфазных паттернов в отведении V1 при тахикардиях с широкими комплексами QRS с БНПГ, то в исследовании Drew B.J., Scheinman M.M. от 1991 г. [55] qR или rS паттерны встретились только при ЖТ (в 11% ЖТ), а в исследовании от 1995 г. [56] двухфазные QR или RS были выявлены в 18% (11 из 60) ЖТ и в 5% (1 из 22) СВТ. Однако авторы также полагали, что первичный передний инфаркт миокарда мог приводить к уменьшению начальной R волны в отведении V1 и преобразованию классического аберрантного трехфазного rsR' в двухфазный QR паттерн, ошибочно наводящий на мысль о ЖТ. Об этом упоминал и Wellens H.J., 1977-1978 гг. (один из 48 пациентов с комплексом QS в отведении V1 во время синусового ритма, как последствие старого передне-перегородочного ИМ, имел бифазный qR во время СВТ с аберрацией по типу блокады ПНПГ (2,1%)).

Дополнительный анализ морфологии комплексов QRS в отведении V6 позволил Wellens H.J. [62], повысить точность диагностики ЖТ. Типы rS, QS, qr (QR), R, RS (где R/S < 1) в отведении V6 с высокой вероятностью предполагали желудочковое происхождение тахикардии (33 из 45 ЖТ; 2 из 48 СВТ,  $p < 0,001$ ), что подтверждалось исследованиями Dancy M., Ward D. в 1985 г. [53], Griffith M.J., de Belder M.A. в 1991 г. [77]. В отведении V6 при наличии Q волны или доминирующей S волны (когда S > R) (формы rS, QS, qR, qr, QRs, qRS, 4X) тахикардии с широкими комплексами QRS классифицировались как ЖТ (были выявлены в 27 из 69 ЖТ и 4 из 33 СВТ) и, соответственно, при наличии доминирующей R волны (когда R > S) (R, Rs, RSr', rSR', RSR' формы), как СВТ [54,62, 81].<sup>1</sup>

Трехфазные комплексы qRs с соотношением R/S > 1 в отведении V6 при тахикардии с блокадой ПНПГ по данным Drew B.J., Scheinman M.M. были также характерны для СВТ с аберрантным проведением. Они встретились в 23% СВТ и

---

<sup>1</sup> R (одиночная R волна), Rs (R > s), rS (S > r), RSr' (R > r'), rSR' (R' > r), RSR' (R' = R), QS, qR (R > q), qr (Q > r), QRs (Q > s), qRS (S > q), 4X (4 волны или более).

3%ЖТ по результатам от 1991 г. [55] и в 23% (8 из 35) СВТ и 3% (3 из 98) ЖТ по результатам от 1995 г. [56]

Монофазные комплексы QS в отведении V6 при ТШК с БПНПГ и с БЛНПГ были выявлены только при ЖТ (в 31% QS или QS с зазубриной при ЖТ в исследовании Drew B.J., Scheinman M.M. от 1991 г. и в 30% (29 из 98) ЖТ в их исследовании от 1995 г.), что также подтверждало наблюдения Wellens H.J. [62]. Паттерн qR присутствовал в отведении V6 в 2% ЖТ и не наблюдался при СВТ (по данным от 1991 г. [55]).

Бифазные rS с соотношением  $R/S < 1$  в отведении V6 при тахикардиях с широкими комплексами QRS с БПНПГ наблюдались только при ЖТ (в 19% и в 24% (23 из 98) ЖТ для исследований от 1991 г. и 1995 г., соответственно) и ни при одной СВТ, что подтверждало наблюдения Wellens H.J. [62].

Wellens H.J. [62] сообщали, что в тех случаях, когда кроме трехфазного комплекса в отведении V1 при БПНПГ имелось отклонение ЭОС влево и соотношение  $R/S < 1$  в отведении V6, диагноз ЖТ был высоко предположителен. Однако этот критерий не имел значения, когда отклонение ЭОС влево имелось во время синусового ритма (соотношение  $R/S < 1$  в отведении V6 было обнаружено только в двух эпизодах СВТ с аберрацией, но оба пациента имели отклонение ЭОС влево во время синусового ритма). Авторы акцентируют, что «классический» трехфазный паттерн (rsR, rSR) в отведении V1 был высоко предположителен для суправентрикулярного происхождения аритмии (40 из 48), особенно при его комбинировании с первоначальным отрицательным отклонением в отведении I и V6, предполагающим «нормальную активацию перегородки» ( $p < 0,001$ ).

Подводя итоги, можно сказать, что при аберрации по типу БПНПГ в отведении V1 большинство исследователей характерной для ЖТ считали трехфазную форму комплексов с преобладающим левым пиком [53,55,56,62,76]. Формы комплексов с преобладающим правым пиком, хотя и были более характерны для СВТ, но встречались также и при ЖТ [55,56,77,84]. Бифазные

комплексы (qR, QR, RS) в отведении считались характерными для ЖТ [55,56,62,77,87], а относительно монофазных комплексов данные были противоречивы. Некоторые авторы считали их характерными для ЖТ [62,77,87], в то время как другие встречали их при СВТ и находили их статистически не значимыми для ЖТ [55,56]. В 1987 г. Wellens H.J., Brugada P. наиболее характерные для ЖТ формы комплексов в отведении V1: qR, QR, R, «rabbit ear»: RS<sup>r</sup>, Rr<sup>r</sup>, Rsr<sup>r</sup> включили в, так называемые, «классические критерии» ЖТ, которые подробно описаны в пункте 6.2. [54].

В отведении V6 наличие в комплексах зубца Q, или доминирующего зубца S (когда S > R), или QS с высокой вероятностью предполагало желудочковое происхождение тахикардии [53,55,56,62,77], а наличие доминирующей R волны, в том числе в трехфазных комплексах (когда R > S) – суправентрикулярное [54-56,62,81]. Кроме того, при сочетании трехфазного комплекса в отведении V1, отклонения ЭОС влево и соотношения R/S < 1 в отведении V6 при БНПГ диагноз ЖТ был еще более вероятен, за исключением случаев с исходным отклонением ЭОС влево [62], а комбинация трехфазного паттерна с преобладанием правого пика с первоначальным отрицательным отклонением в отведении I и V6 была высоко предположительна для суправентрикулярного происхождения аритмии.

Помимо этого, многие авторы сошлись во мнении, что идентичная полная БНПГ во время синусового ритма и тахикардии является диагностическим признаком СВТ [91], а изменение формы комплексов QRS (отклонение ЭОС более чем на 40°) во время тахикардии с широкими QRS у больных с исходной БНПГ, предполагает диагноз ЖТ, хотя и были описаны случаи ЖТ, аналогичной по форме комплексам во время синусового ритма [92].

### **1.3.5.2 Морфологические критерии в отведениях V1, V2 и V6 при форме широких комплексов по типу блокады левой ножки пучка Гиса**

Не менее сложно обстояло дело с дифференциальной диагностикой для тахикардий с формой БЛНПГ.

В 1972 г. Swanick E.J., LaCamera F. [96], анализировали правосторонние ЖЭК с формой блокады ЛНПГ, полученные путем стимулирования эндокарда правого желудочка, и сравнивали их с суправентрикулярными комплексами с аберрантным проведением по типу БЛНПГ. По результатам были выявлены некоторые признаки, свидетельствующие в пользу желудочкового происхождения комплекса:

1. Наличие широкого зубца  $r \geq 0.04$  с в отведении V1.
2. Большая глубина QS или зубца S в отведении V4, чем в отведении V1.
3. Отрицательная направленность QRS комплекса в отведении I, что расценивалось как отклонение ЭОС вправо.

При анализе тахикардий по типу БЛНПГ в 1977–1978 гг. Wellens H.J., Bär F.W. [62], не обнаружили разницы конфигурации комплексов QRS по отведению V1, а в отведении V6 наличие qR или QS комплексов, по их мнению, указывало на желудочковое происхождение тахикардии (4 из 25 ЖТ; 0 из 22 СВТ).

И только в 1987 г. при публикации «классических критериев ЖТ» Wellens H.J., Brugada P. [54] предложили критерии для ЖТ, имеющих морфологию блокады ЛНПГ:

- в отведениях V1, V2 продолжительность начального R  $> 30$  мс;
- в отведениях V1, V2 зазубренность или вырезка нисходящей части зубца S;
- в отведениях V1, V2 расстояние от начала комплекса QRS до максимального пика зубца S  $\geq 70$  мс;
- в отведении V6 наличие любого зубца Q.

С целью верификации они также использовалась запись электрограммы пучка Гиса.

Считая, что большинство работ все-таки было посвящено тахикардиям с морфологией БПНПГ, а информации по тахикардиям с морфологией БЛНПГ было недостаточно [2,61,76,97,98,99], Kindwall K.E., Brown J., Josephson M.E. в 1988 г. провели первое крупное исследование по дифференциальной диагностике тахикардий с формой БЛНПГ [81], взяв за основу «классические критерии» Wellens H.J., Brugada P., 1987 [54].

Был проведен анализ 118 пациентов с ТШК с БЛНПГ (91 ЖТ и 27 СВТ), который показал, что все предложенные ими 4 ЭКГ критерия были очень специфичны (от 94% до 100%) для ЖТ. Критерий R волны  $> 30$  мс в V1 или V2 был обнаружен только при ЖТ и отсутствовал у пациентов с СВТ. Лишь у 1 пациента с СВТ встретился каждый из остальных 3 ЭКГ критериев. Сходные результаты были получены Drew B.J., Scheinman M.M. в 1991 г. [55] и в 1995 г. [56]. В исследовании от 1991 г. [55] все три критерия в отведении V1 встретились в 35% ЖТ и ни в одном случае СВТ. При этом самым чувствительным из них оказался критерий задержки пика S  $> 0,06$  с, который сопровождал все ЖТ, кроме одного случая R  $> 30$  мс или зазубренности зубца S. Отсутствие таких критериев в отведении V1 не исключало ЖТ. Формы комплексов QS, QS с зазубриной или qR в отведении V6 при БЛНПГ присутствовали только при ЖТ [55]. Высокая специфичность зубца Q (формы QS, qR, QRs, qRS) в отведении V6 подтверждалась также результатами одномерного анализа Griffith M.J., de Belder M.A., 1991 [77]. По данным исследования от 1995г [56] все 3 критерия были выявлены в 33 из 38 ЖТ и ни в одной СВТ (ЧВ 87%, специфичность 100%). Monoфазные комплексы QS в отведении V6 при ТШК с БПНПГ и с БЛНПГ были выявлены только при ЖТ (в 29 из 98 ЖТ и ни при одной СВТ с aberrантным проведением, ЧВ 30%; СП 100%). Отсутствие критериев в отведениях V1 или V2 отмечалось при всех СВТ и 4 из 38ЖТ (ЧВ 100%, СП 89%).

По данным Kindwall K.E., Brown J., Josephson M.E. в 1988 г. [81]

чувствительность критерия Q волны в отведении V6 (55%) и продолжительности интервала от начала комплекса до пика зубца S  $> 60$  мс (63%) в отведении V1 или V2 была выше, особенно в присутствии отклонения ЭОС влево, чем для критерия R волны  $> 30$  мс и зазубрины на нисходящей части зубца S в V1 или V2 (36% для ЖТ). Как и следовало ожидать, критерии Kindwall K.E., Brown J., Josephson M.E. в 1988 г. [81], описанные для отведений V1, V2 были менее значимы для диагностики ЖТ, если использовалось только в отведении V1, так как иногда такие критерии могли быть видны лишь в отведении V2. Относительно низкая чувствительность каждого из этих 4-х критериев могла ограничивать их эффективность. Тем не менее, авторы сообщали, что в комбинации с критерием Q в V6 (один любой или более) они позволяли дифференцировать ЖТ от СВТ с высокой ЧВ (100%), СП (89%), и диагностической точностью (ДТ) (96%) [81]. В результате одномерного анализа данных критериев в отведениях V1, V2 и V6 Griffith M.J., de Belder M.A, 1991 [77] выявили, что использование отведения V1 позволило диагностировать 57 из 69 ЖТ и 23 из 33 СВТ (ЧВ 83%, СП 70%, ДТ 78%), а использование отведения V6 позволило диагностировать 41 из 69 ЖТ и 26 из 33 СВТ (ЧВ 59%, СП 79%, ДТ 66%).

Таким образом, по мнению большинства авторов «классические критерии» Wellens H.J., Brugada P., 1987 [54] оказались высоко специфичны для диагностики ЖТ [55,56,77,81], но имели относительно низкую ЧВ для отведений V1, V2. Тем не менее, по утверждениям Kindwall K.E., Brown J., Josephson M.E. в 1988 г., в комбинации с критерием Q в V6 их ЧВ, СП, ДТ для диагностики ЖТ значительно повышались (100%, 89%, 96% соответственно) [81].

Многочисленные другие конфигурации QRS, такие как однофазные R или двухфазные RS комплексы в отведении V6, не имели большого значения, так как присутствовали как при СВТ, так и при ЖТ. Однако, когда в таких комплексах неопределенного типа была произведена оценка времени внутреннего отклонения (БВО), гораздо больше тахикардий можно было точно отнести к ЖТ или СВТ [55,56].

### **1.3.5.3 Критерий времени внутреннего отклонения в отведении V6 при форме широких комплексов по типу блокады левой ножки пучка Гиса**

Критерий ВВО при тахикардиях с формой комплексов по типу БЛНПГ вызывал наибольший интерес в отведении V6. Для его оценки использовали скорость записи ЭКГ 50 мм/с [55]. В исследовании Drew B.J., Scheinman M.M. от 1991 г. интервал ВВО  $\leq 50$  мс от начала комплекса QRS до преобладающего положительного или отрицательного пика указывал на СВТ (27% СВТ в V6 и только 7% ЖТ в V6) [55]; интервал  $\geq 70$  мс указывал в большей степени на ЖТ (62% ЖТ в V6 и только 2% СВТ в V6) [55]. В одном случае ЖТ с механизмом re-entry в системе Гиса-Пуркинье ВВО было  $\leq 50$  мс. У 5 пациентов с исходной задержкой ВВО (блокада ЛНПГ или гипертрофия левого желудочка (ГЛЖ)) не отмечалось увеличения ВВО  $\geq 70$  мс во время СВТ. В отведении V6 СП критерия для диагностики СВТ (интервал  $\leq 50$  мс) составила 92%, ЧВ 77%, а для ЖТ (интервал  $\geq 70$  мс) СП критерия была равна 94%, ЧВ 72%.

Что касается исследования Drew B.J., Scheinman M.M. от 1995 г., то для облегчения анализа критерий ВВО в отведении V6 был модифицирован. Вместо предыдущего значения ВВО  $\leq 0,05$  с для СВТ с aberrантным проведением использовалось значение ВВО  $\leq 0,04$  с и вместо предыдущего ВВО  $\geq 0,07$  с для ЖТ использовалось значение ВВО  $\geq 0,08$  с. Результатом модификации было уменьшение чувствительности этого критерия и увеличение специфичности. Например, для ВВО  $\geq 0,08$  с для диагностики ЖТ чувствительность снизилась до 55%, а специфичность увеличилась до 97% [56]. Тем не менее, при добавлении этого критерия к другим морфологическим диагностическая ценность их повышалась.

Авторы сообщают об потенциальных ограничениях для пациентов с СВТ и исходной БЛНПГ во время синусового ритма, когда время внутреннего отклонения также может быть более 0,08 с, т.к. в присутствии ТП, ФП, синусовой

тахикардии или другой СВТ этот тип записи мог быть неправильно трактован как ЖТ. Единственный способ исключить эту ошибку – иметь ЭКГ во время синусового ритма для сравнения. Кроме того, препараты, которые замедляют проводимость, могли увеличивать продолжительность QRS и приводить к значительному удлинению R волны ( $> 30$  мс) и времени задержки пика S в отведениях V1 или V2. Таким образом, некоторые СВТ могли «приобрести» критерии ЖТ из-за ААТ.

Помимо всего прочего Kindwall KE, Brown J, Josephson ME от 1988 г. [81] обратили внимание на важный нюанс: для точного определения начала QRS был необходим анализ ЭКГ одновременно во всех 12-отведениях. Ошибка могла произойти при использовании только отведения V1, потому что начало QRS часто было изоэлектрическим. Кроме того, они указали на важность использования обоих отведений V1 и V2 для первых трех из 4 критериев. Сложность в определении начала QRS и низшей точки (пика) зубца S в V1 и V2 делала критерий продолжительности  $S > 60$  мс наиболее восприимчивым к ошибкам. Дополнительный источник ошибок возникал, если пик волны S "обрезался" в этих отведениях. Таким образом, любая неточность в данных определениях способствовала уменьшению точности предложенных критериев. Обращает на себя внимание и естественное ограничение точности измерения интервалов на бумаге со скоростью 25 мм/с, так как разница между 30 мс и 40 мс составляла всего лишь 0,25 мм. В связи с этим авторы считали необходимым наличие продолжительности примерно 80 мс (а не 60 мс) от начала QRS до пика S в отведениях V1 и V2, чтобы убедиться, что этот ЭКГ критерий присутствует.

В свою очередь Drew B.J., Scheinman M.M., 1991 г. [55] указывали на потенциальные ограничения для работы критериев при распространенном поражении миокарда или ГЛЖ, когда может наблюдаться более невнятное начальное отклонение QRS. Также фасцикулярные ЖТ или ЖТ, обусловленные механизмом re-entry в системе Гиса-Пуркинье, могли быть ошибочно приняты за СВТ, потому что они обладают более быстрым начальным отклонением QRS. Но

это ограничение распространялось и на все ранее предложенные морфологические критерии.

### **1.3.5.4 Конкордантность**

Критерий "конкордантность" (равномерно положительное или равномерно отрицательное отклонение комплексов QRS) был также предложен Marriott H.J. [76]. Только положительная или только отрицательная конкордантность во всех грудных отведениях считалась характерной для желудочкового происхождения аритмии, что в последующем подтвердилось другими исследователями (Wellens H.J., 1977-1978 гг. [54,62], Dancy M., Ward D., 1985 [53], Drew B.J., Scheinman M.M., 1991, 1995 [55, 56], Alberca T., Almendral J., 1997 [79]. Так, по данным Drew B.J., Scheinman M.M. от 1995 г. [56], конкордантные комплексы в грудных отведениях присутствовали в 9 из 98 (9%) ЖТ (чувствительность 9%, специфичность 100%) и не встречались при СВТ с aberrантным проведением. Результаты исследования Kremers M.S., Black W.H. от 1988 г. [82] показали более частую встречаемость конкордантности комплексов QRS в грудных отведениях при ЖТ у пациентов с исходной БНПГ (в 35% случаев ЖТ при исходной БНПГ и в 15% ЖТ при отсутствии исходной БНПГ,  $p = 0,045$ ). Положительная конкордантность, как впоследствии было выявлено, также была характерна для тахикардий с проведением по дополнительному пути (Dancy M., Ward D., 1985 г. [53], Wellens H.J., 2001 г. [85]). Отрицательная конкордантность почти всегда свидетельствовала в пользу ЖТ. Тем не менее, Volders P.G., Timmermans C. опубликовали случай 17-летнего мужчины с pectus excavatum и ортодромной реципрокной тахикардией с БЛНПГ и отрицательной конкордантностью. При этом выявленный задний левосторонний дополнительный путь проводил только в ретроградном направлении [100].

Возможный критерий дифференциальной диагностики – конкордантность

комплексов QRS в стандартных отведениях I, II, III был описан и опубликован в 1987г Reddy G.V. and Leghari R.U. [101] в клиническом случае 61летнего мужчины с ЖТ, однако он не получил дальнейшего распространения.

### **1.3.5.5 Критерий отсутствия RS и продолжительности RS > 100мс в грудных отведениях**

Изучая ТШК и методы их дифференциальной диагностики, Brugada P. et al, 1991 [52], как и многие другие авторы, считали, что ЧВ и СП старых критериев по-прежнему не является оптимальной, и часто встречающиеся диагностические ошибки могут иметь фатальные последствия [1,102,103]. В 1991 г. ими [52] было проведено исследование по изучению причин частой встречаемости диагностических ошибок при использовании известных к тому времени критериев [61-63,81,87,93] с созданием алгоритма дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS (Brugada P, 1991 [52]).

Наибольший интерес Brugada P. et al [52] вызвал критерий продолжительности интервала от начала зубца R комплекса QRS до самого глубокого пика волны S (интервал RS) в отведении V1 или V2 при морфологии блокады ЛНПГ, который свидетельствовал в пользу ЖТ при значении  $> 60$  мс, согласно Kindwall KE 1988 [81], и Wellens HJJ et al., 1987 [54]. По аналогии Brugada P. et al. [52] разработали и предположили новые критерии ЖТ:

1. Отсутствие комплексов RS во всех грудных отведениях. Важно отметить, что комплексы с QR, QRS, QS, R, или rSR морфологией не считались за RS комплексы.
2. Продолжительность интервала RS более 100 мс в любом из грудных отведений при наличии комплекса RS.

По результатам проведенного ими исследования 45 из 172 (26%) ЖТ не имели RS комплекс ни в одном из грудных отведений (СП критерия для

диагностики ЖТ составила 100% и ЧВ 21%).

Интервал RS больше, чем 100 мс не наблюдался ни при одной СВТ с аберрантным проведением. В 61 из 127 ЖТ (48%) интервал RS был равен 100 мс или меньше, а в 52% ЖТ RS был более 100 мс, причем никто из пациентов не получал ААП). Авторы пришли к выводу о СП 100% каждого из этих двух критериев для диагностики ЖТ, подчеркивая, что длительность интервала RS не зависит от длительности комплекса QRS в том же отведении и не зависит от морфологии тахикардии (коэффициент корреляции между длительностью интервала RS и продолжительностью комплекса ORS составил лишь 0,0764 для СВТ и 0,52 для ЖТ ( $p = NS$ )). Последовательное применение критериев отсутствия RS и продолжительности RS более 100 мс позволило дифференцировать ТШК с ЧВ 66% и СП 98%.

По результатам последующей проверки, Drew B.J., Scheinman M.M., в 1995 г. [56] подтвердили высокую СП (100%) критериев отсутствия RS или  $RS > 0,10$  с, однако ЧВ оказалась гораздо ниже (12%). Кроме того, авторы отметили сложность определения таких критериев во время частой тахикардии, когда QRS сливается с сегментом ST, закрывая начало комплекса, и потенциальное ограничение—потеря одного грудного отведения исключает использование этих критериев.

При оценке критерия  $RS > 100$  мс в прекордиальных отведениях у 11 пациентов с фасцикулярной ЖТ, чувствительной к верапамилу, Andrade F.R., Eslami M. в 1996 г. [57] выявили, что, в отличие от ЖТ, связанной со структурными изменениями в сердце, во всех случаях во всех грудных отведениях интервал RS был  $< 80$  мс.

Исследование Alberca T., Almendral J., в 1997 г. [79] также показало высокую специфичность критерия отсутствия RS во всех грудных отведениях (91%) для ЖТ, тем не менее, отметили низкую СП (63%) критерия  $RS > 100$  мс и еще более низкую СП при последовательном применении двух критериев (57%) у пациентов с исходной внутрижелудочковой блокадой. Также был проведен анализ критериев

отдельно у пациентов с БПНПГ и БЛНПГ. При БПНПГ СП критериев отсутствия RS комплексов во всех грудных отведениях и  $RS > 100$  мс в одном из грудных отведений составила 81% и 84% (последовательно 68%), а при БЛНПГ 98% и 50% (последовательно 50%).

### **1.3.5.6 Критерий времени пика R зубца (RWPT) во втором стандартном отведении**

В 2010 г. Pava L.F., Perafán P. [104] провели исследование, целью которого стало определение значение критерия R-wave peak time (RWPT) во II стандартном отведении ЭКГ в дифференциировании ТШК. Такой критерий на русский язык может быть дословно переведен, как «время пика волны R» во II стандартном отведении (РВПВ). Эксперты консенсуса [105] для определения интервала от начала QRS до пика R рекомендовали использовать термин RWPT, а не "intrinsicoid deflection". Pava LF et al. использовали термин RWPT независимо от того, было ли время внутреннего отклонения положительным, или отрицательным. Критерий RWPT в данной работе определялся как время от начала деполяризации комплекса QRS до первого изменения полярности, независимо от того, было ли изменение полярности QRS положительным или отрицательным.

Критерий RWPT в отведении II основан на том, что большинство ЖТ (миокардиальных ЖТ) ассоциированы с медленной начальной активацией желудочков в области их возникновения из-за медленной межмышечной проводимости, что приводит к более значительно увеличенной продолжительности QRS или времени внутреннего отклонения при ЖТ, в отличие от СВТ.

Была произведена оценка 218 ЭКГ с ТШК (163 ЖТ; 55 СВТ), верифицированных с помощью ЭФИ. По результатам ЖТ имели значительную

большую продолжительность RWPT во II стандартном отведении ( $76,7 \pm 21,7$  мс) по сравнению с СВТ ( $26,8 \pm 9,5$  мс  $P = 0,00001$ ). Это исследование документально подтвердило, что  $RWPT \geq 50$  мс, в отведении II имело ЧВ 93%, СП 99% и положительную прогностическую ценность 98%. Двумерный анализ выявил, что пациенты с ЖТ были более старшего возраста, чем с СВТ (60,7 против 50,1 лет,  $P \leq 0,01$ ) и имели большую ширину QRS комплексов в отведении II (169,4 против 128,3 мс,  $P \leq 0,0001$ ). При этом критерий ширины комплекса QRS в отведении II не превосходил критерий RWPT в диагностике ЖТ.

Высокая диагностическая ценность данного критерия в последующем подтвердилась в исследовании Datino T., Almendral J. от 2013 г. [106] (СП = 0,97; ЧВ = 0,67). Кроме того, использование ими алгоритма, сочетающего 2 критерия "RWPT  $\geq 50$  мс во II отведении" и "отсутствие RS в грудных отведениях" позволило увеличить ЧВ до 88% при той же СП 97%.

### **1.3.5.7 Роль отведений I, AVF в дифференциальной диагностике тахикардий с широкими комплексами QRS**

Помимо использования общепринятых отведений V1, V2, V6, некоторые авторы в своих исследованиях изучали возможности дифференциальной диагностики и в других отведениях, таких как AVF, I. Так, например, по результатам многомерного анализа Griffith MJ, de Belder M.A. [77] особенности формы комплексов в отведении AVF оказались одним из независимых предикторов ЖТ. При тахикардиях с широкими комплексами QRS с формой БПНПГ в отведении AVF преимущественно отрицательное отклонение комплексов предполагало ЖТ, особенно, когда присутствовал зубец Q (QS, Qr, QRs). А при тахикардиях с формой блокады ЛНПГ комплексы QS или qR в отведении AVF были высокими предикторами ЖТ, в то время как комплексы Rs были специфичны для СВТ и отсутствовали при ЖТ. Форма QS и при блокаде

ЛНПГ и ПНПГ была замечена в 31 из 69 (45%) пациентов с ЖТ и только у 5 из 33 (15%) пациентов с СВТ. В целом отведение AVF позволило диагностировать 54 из 69 ЖТ и 20 из 33 СВТ (ЧВ 78%, СП 61%, ДТ 73%) и показало самую высокую точность предсказания (73%); в сравнении с остальными тремя отведениями (I, V1, V6), каждый из которых имел прогностическую точность около 60%.

Использование I отведения позволило диагностировать 39 из 69 ЖТ, 24 из 33 СВТ (ЧВ 57%, СП 73%, ДТ 61%), т.е не было полезным у большинства пациентов, хотя при БЛНПГ формы QS или qR отмечались только при ЖТ.

### **1.3.5.8 Диагностическая ценность модифицированных грудных отведений**

#### **MCL1, MCL6 для продолжительного непрерывного прикроватного ЭКГ мониторинга в дифференции тахикардий с широкими комплексами QRS**

В связи с большим количеством тахикардий с широкими комплексами QRS, требующих оказания неотложной медицинской помощи и ограниченным количеством отведений прикроватного монитора в подобных условиях, Drew B.J., Scheinman M.M., в 1991 г. [55] и в 1995 г. [56] впервые провели исследования по сравнению модифицированных грудных отведений MCL1, MCL6 с отведениями V1 и V6 и оценке их диагностической точности для продолжительного непрерывного прикроватного ЭКГ мониторинга. с особым акцентом на практические аспекты их применения в условиях интенсивной терапии. Несмотря на то, что во время синусового ритма конфигурации QRS не редко были похожими или идентичными в отведениях MCL1 и V1 (90% пациентов по результатам исследования от 1991 г.), значительные расхождения в форме QRS были во время ЖТ (38% пациентов по результатам исследования от 1991 г. и 40% (39 из 98) ЖТ по данным исследования от 1995 г.). Идентичная морфология в отведениях V1 и MCL1 во время ЖТ наблюдалась только в 26%, похожая в 36%. При СВТ

идентичная в 63%, похожая в 26%, отличающаяся в 11%.

В отведениях MCL6 и V6 во время синусового ритма конфигурации QRS были или похожими, или идентичными в 95,5%. А во время ЖТ идентичная морфология наблюдалась в 63%, похожая в 19%, отличающаяся в 18%. При СВТ идентичная в 68%, похожая в 26%, отличающаяся в 6%.

Авторы выявили, что только одно отведение MCL1 или V1 было более значимым, чем только одно отведение MCL6 или V6 для постановки диагноза, а запись ЭКГ только в одном из 4-х отведений: в MCL1, V1, MCL6, и V6 была более значимой для диагностики ТШК, чем только в отведении II (позволяла дифференцировать 74%, 79%, 78%, 81% против 34% ТШК, соответственно).

Сочетанное использование двух отведений (MCL1+MCL6) или (V1+V6) позволяло правильно диагностировать 90% ТШК, что гораздо превосходило использование только одного II отведения (34% ТШК) или V1+II (79% ТШК) и не значимо отличалось от сочетанного использования трех отведений (V1+I+aVF) (диагностика 88%ТШК) или четырех отведений (V1, V6 + I + AVF) (диагностика 93%ТШК).

Одним из важных выводов стало то, что запись в отведении MCL1 сильно отличалась по морфологии QRS от отведения V1 в 40% случаев ЖТ, поэтому не могло быть заменено на V1. Они также отметили, что для точной оценки ширины QRS, наличия АВ диссоциации или ВА блокады, ЭОС QRS и морфологических критериев необходима запись множества отведений. Наконец, важным правилом авторы считали необходимость рассматривать ТШК, как ЖТ, пока не доказано иное.

Актуальность дифференциальной диагностики ЖТ в условиях неотложной терапии, сложность и невысокая достоверность на практике морфологических критериев толкала исследователей к изучению клинических и анамnestических данных.

По мере появления критериев и алгоритмов дифференциальной диагностики

наибольшие сложности возникали при их использовании у пациентов, имеющих исходно аномальную конфигурацию QRS комплекса, вследствие внутрижелудочкового нарушения проводимости при органических блокадах, после перенесенных ИМ, при неспецифическом уширении комплекса вследствие электролитных нарушений или лекарственных воздействий, при желудочковой стимуляции, а также при идиопатических ЖТ. Кроме того, часто приходилось проводить дифференциальную диагностику ЖТ с артефактами, включая мышечный тремор.

### **1.3.5.9 Морфологические критерии в отведениях V1, V2 и V6 при блокаде левой ножки пучка Гиса у пациентов, перенесших инфаркт миокарда и у пациентов без структурных изменений сердца**

В исследовании Kindwall KE, Brown J, Josephson ME от 1988 г. [81] впервые было обращено внимание на диагностическую ценность ЭКГ критериев для пациентов разных клинических групп, в частности для пациентов с перенесенными ИМ и пациентов без структурных изменений сердца.

Было выявлено, что любой из 4-х ЭКГ критериев (продолжительность начального  $R > 30$  мс, вырезка нисходящей части волны  $S$ , расстояние от начала комплекса  $QRS$  до максимального пика зубца  $S \geq 70$  мс в отведениях  $V1, V2$  (задержка пика зубца  $S \geq 70$  мс), и наличие любого зубца  $Q$  в отведении  $V6$ ) был более распространенным при ЖТ у пациентов с перенесенным ИМ.

Зубец  $Q$  в отведении  $V6$  и зазубрина нисходящей части зубца  $S$  в отведениях  $V1$  или  $V2$  были более распространены при ЖТ у пациентов с передним ИМ (зубец  $Q$  в отведении  $V6$  у 49 из 59 пациентов с передними ИМ (83%) и зазубрина нисходящей части зубца  $S$  в  $V1$  или  $V2$  у 26 из 59 пациентов с передними ИМ (44%)).

$R$  зубец  $> 30$  мс в  $V1$  или  $V2$  был более распространен у пациентов с нижним

ИМ (15 из 16 случаев (94%)), а у пациентов с передним ИМ был обнаружен только у 15 из 59 (25%).

Частота встречаемости критерия задержки пика зубца S > 60 мс в отведениях V1, V2 была сходная у пациентов с передними и нижними ИМ. Детальная оценка морфологий комплексов QRS при ЖТ с БЛНПГ, связанных с перенесенным передним и нижним ИМ была ранее представлена Josephson M.E., Horowitz LN. в 1981 г. [107], что подтверждается результатами данного [81] исследования.

Изучая ЖТ с формой БЛНПГ, Griffith M.J., de Belder M.A. [86] обнаружили, что пациенты с ЖТ, имеющие структурные изменения вследствие перенесенного ИМ, составляли 82% от всех пациентов с ЖТ в исследовании Kindwall K.E., Brown J., Josephson M.E. от 1988 г. [81], поэтому включенные в него ЭКГ критерии дифференциальной диагностики (предложенные Wellens H.J., Brugada P. в 1987 г. [54]), оказались эффективными для диагностики ЖТ лишь у больных с перенесенным ИМ (ЧВ 100%) и не позволяли дифференцировать ЖТ у пациентов со структурно нормальным сердцем или без ишемической кардиомиопатии от СВТ (ЧВ 50%). Усомнившись в точности этих критериев для пациентов без структурных изменений сердца, а также с целью их проверки, в 1992 г. Griffith M.J., de Belder M.A. [86] проанализировали 53 пациента, имеющих тахикардии с морфологией БЛНПГ (17 СВТ и 36 ЖТ). Пациенты с ЖТ в свою очередь, были разделены на группу больных, перенесших ИМ – 18 (50%) и группу больных без перенесенного ИМ (из них без структурной патологии сердца – 16 пациентов (44%), 2 пациента (6%) с ЖТ при кардиомиопатии неишемического генеза). 9 пациентов с ЖТ длительное время находились на терапии кордароном, однако все остальные не получали ААТ. СВТ были представлены ортодромными тахикардиями и АВ узловыми тахикардиями. Все ЭКГ измерения во время тахикардии были проведены аналогично исследованию Kindwall K.E., Brown J., Josephson M.E. в 1988 г. [81], в ходе которого авторы также столкнулись со сложностью точного измерения данных при скорости бумаги 25 мм/с. Диагноз ЖТ ставился, если выполнялся любой из критериев, и диагноз СВТ, наоборот, если ни

один из них не встретился.

Группа пациентов с ЖТ и перенесенным ИМ имела наиболее широкие QRS комплексы и более длинные задержки максимального пика зубца S в отведении V1, а также большую частоту встречаемости Q зубца в отведении V6 (50%), чем пациенты без перенесенного ИМ и с СВТ. Пациенты с ЖТ без ИМ в анамнезе имели значительно более короткие задержки максимального пика зубца S в отведениях V1 или V2 и более низкую частоту встречаемости Q зубца в отведении V6 по сравнению с пациентами с ЖТ и перенесенным ИМ. Ни один из пациентов с СВТ не имел зубца Q в отведении V6.

Ширина комплексов при СВТ была значительно меньше, чем при ЖТ у пациентов без перенесенного ИМ, и это было единственное различие между этими двумя группами. При этом авторы отмечают, что увеличение ширины комплекса QRS могло быть также обусловлено приемом ААТ.

Задержка пика S > 60 мс в отведениях V1 и V2 присутствовала у 25 из 36 (69%) больных с ЖТ и у 4 из 17 (24%) больных с СВТ ( $p < 005$ ).

Начальная R волна > 30 мс в отведениях V1 или V2 наблюдалась у 10 из 36 (28%) больных с ЖТ и у 2 из 17 (12%) больных с СВТ ( $p < 005$ ).

Зазубрина нисходящей части зубца S наблюдалась только у пяти пациентов, четыре из которых имели ЖТ. А зубец Q в отведении V6 присутствовал только у больных с ЖТ 10/36 (28%).

Для всех пациентов с ЖТ и перенесенным ИМ (18) диагноз был установлен правильно, в отличие от группы пациентов с ЖТ без структурной патологии (16), у которых дифференцирование ЖТ и СВТ было затруднено. Прогностическая точность предложенных критериев, таким образом, составила только 74% в целом (86% для пациентов с перенесенным ИМ и 60% у пациентов без перенесенного ИМ), ЧВ 75% (100% для пациентов с перенесенным ИМ и 50% у пациентов без перенесенного ИМ), СП 71% (71% для пациентов с перенесенным ИМ и 71% у пациентов без перенесенного ИМ), что значимо отличалось от результатов

Kindwall K.E., Brown J., Josephson M.E. в 1988 г. [81], в чем, по-видимому, большая роль принадлежала различию клинических групп пациентов с ЖТ.

С учетом полученных результатов Griffith MJ, de Belder MA et al. [86] предложили 2 дополнительных критерия, которые наблюдались только у пациентов с ЖТ:

1. Сдвиг ЭОС вправо больше, чем на  $20^\circ$  при ЖТ в сравнении с синусовым ритмом.
2. Наличие ЖЭ во время синусового ритма той же морфологии, что и при ЖТ.

Это позволило правильно идентифицировать восемь из девяти ЖТ, не определенных критериями Kindwall K.E., Brown J., Josephson M.E. в 1988 г. В сочетании с другими критериями ЖТ была правильно идентифицирована у 35 из 36 пациентов, тем самым ЧВ повысилась до 97%.

Сходные данные были описаны Coumel P., Leclercq J.F., в 1984 г. [80] при сравнении 100 ЭКГ с ЖТ у пациентов, перенесших ИМ, и 70 ЭКГ с идиопатической ЖТ (58 из идиопатических ЖТ имели блокаду ЛНПГ). Ширина комплекса QRS в группе идиопатических ЖТ характеризовалась меньшей продолжительностью (135 мс  $\pm$  11 мс), чем в группе ЖТ при перенесенном ИМ (171 мс  $\pm$  32 мс) ( $P < 0.001$ ).

Присутствие QR паттерна в любых отведениях, кроме AVR, или паттерна QS в отведениях V5, V6 во время ЖТ отмечалось у 89% больных с перенесенным ИМ, и не выявлялось ни у одного из пациентов с идиопатической ЖТ. [80].

Как позже было выявлено, по данным исследования Wellens H.J., 1998 [108], QR комплексы во время ЖТ присутствовали примерно в 40% случаев после перенесенного ИМ.

Таким образом, такие критерии, как: начальный  $R > 30$  мс, вырезка исходящей части волны S, задержка пика зубца  $S \geq 70$  мс в отведениях V1, V2 и наличие любого зубца Q в отведении V6 оказались эффективными при ЖТ у пациентов с перенесенным ИМ (прогностическая точность 86%, ЧВ 100%, СП 71% (Kindwall KE, Brown J, Josephson ME от 1988 г. [81]) и не позволяли

дифференцировать ЖТ с формой БЛНПГ у пациентов со структурно нормальным сердцем или без ишемической кардиомиопатии от СВТ (прогностическая точность 60%, ЧВ 50%, СП 71%) (Griffith M.J., de Belder M.A. [86]). Высокая их диагностическая значимость у Kindwall KE, Brown J, Josephson ME от 1988 г. [81], могла быть обусловлена высоким процентом пациентов с ЖТ и структурными изменениями вследствие перенесенного ИМ в их исследовании (82% от всех пациентов с ЖТ). Пациенты с ЖТ и перенесенным ИМ в отведении V1 имели более широкие QRS комплексы и более длинные задержки максимального пика зубца S, а также большую частоту встречаемости Q зубца в отведении V6 (50%), чем пациенты с идиопатическими ЖТ или СВТ. (Griffith MJ, de Belder MA et al. [86], Coumel P., Leclercq J.F., в 1984 г. [80]).

### **1.3.5.10 Применение морфологических критериев у пациентов с исходной блокадой левой ножки пучка Гиса**

Несмотря на большое разнообразие морфологических критериев и алгоритмов, появившихся к концу 80х годов XX века [62,68,81,87,93,109], наиболее известные из них [62] были изучены у пациентов с ТШК и нормальной ЭКГ во время синусового ритма. О возможном влиянии существующей ранее БНПГ или внутрижелудочковой блокады на изменение формы и продолжительности комплексов QRS, как уже говорилось ранее, еще в 1973 г. заявляли Lown B., Temte J. V. [78]. В 1985 г. Dancy M., Ward D. [53], признавали важность наличия или отсутствия исходной внутрижелудочковой блокады, в присутствии которой снижалась ЧВ и СП предложенных ими критериев.

Изучив некоторые публикации, предлагающие критерии для дифференциальной диагностики ЖТ и СВТ [52,61,62]. Alberca T., Almendral J. [79] выявили, что в большинстве исследований отсутствовали или присутствовали в очень небольшом количестве пациенты с органическими БНПГ [61,62] в основном

БНПГ была функциональная. Единственное исследование, в котором анализировались морфологические критерии у больных с органическими БНПГ, было описано Kremers M.S., Black W.H., 1988 [82], однако включало небольшое число пациентов ( $n=18$ ). В нем Kremers M.S., Black W.H., 1988 [82] показали высокую специфичность критерия монофазной R волны в отведении V1 для ЖТ с формой БНПГ (В 69% случаев ЖТ ( $n=18$ )), высокую специфичность конкордантности комплексов QRS, критерия продолжительности R волны  $> 30$  мс в отведении V1 или V2 при БЛНПГ и высокого правого отклонения ЭОС (-90°-180°) у 18 больных с исходной внутрижелудочковой блокадой. В связи с редкой встречаемостью таких критериев во время синусового ритма с БНПГ, при их наличии, авторы рекомендовали предположить диагноз ЖТ, даже если исходная ЭКГ была недоступна. Интересно, что в их исследовании соотношение  $R/S < 1$  в отведении V6 было замечено в 80% ЖТ и 45% синусовых комплексов с БНПГ ( $p = 0,067$ ) [82].

Для изучения специфичности ранее опубликованных морфологических критериев [52,62,81,82,84] у больных с органическими БНПГ, Alberca T., Almendral J. в 1997 г. [79] проанализировали 232 ЭКГ, которые имели нарушение внутрижелудочковой проводимости во время синусового ритма. Для исследования были выбраны те критерии ЖТ, которые имели СП  $\geq 90\%$  по данным оригинальных публикаций. В результате при исходной БНПГ только 5 из них показали СП  $> 90\%$  (что было близко к результатам Datino T., Almendral в 2013 г. J. [106]).

1.  $Rsr'$  или  $Rr'$  в отведении V1 при БНПГ [61,62] (СП 98%).
2. QS, QR или R в отведении V6 при БНПГ [61,62] (СП 98%).
3. Любой Q в отведении V6 при БЛНПГ [81] (СП 92%).
4. Конкордантные комплексы во всех грудных отведениях [61,62,82] (СП 100%).
5. Отсутствие RS комплексов во всех грудных отведениях, особенно при БЛНПГ [52] (СП 91%).

Остальные критерии: QRS продолжительностью более 140 мс [61,62]; отклонение ЭОС влево (от  $-30^{\circ}$  до  $-90^{\circ}$ ) при БНПГ [61,62]; правая верхняя ось (от  $-90^{\circ}$  до  $-180^{\circ}$ ) при БНПГ [82,84]; монофазный R или двухфазный qR, QR, Rs, or RS в V1 при БНПГ [61,62,82]; соотношение R/S < 1 в V6 при БНПГ [61,62]; R > 30 мс в отведении V1 или V2 при морфологии БЛНПГ [81]; продолжительность от начала комплекса QRS до глубокой части S > 60 мс в отведении V1 или V2 при морфологии БЛНПГ [81]; зазубрина на нисходящей части S при БЛНПГ морфологии [81]; интервал RS > 100 мс в одном грудных отведениях [52], – имели СП 43%, 54%, 87%, 80%, 85%, 78%, 66%, 69%, 63%, соответственно.

Если считать, что СП  $\geq 0.80$  считается приемлемой для медицинского исследования, то также справедливо признать, что такие критерии, как правая верхняя ось (от  $-90^{\circ}$  до  $-180^{\circ}$ ) при БНПГ, монофазный R или двухфазный qR, QR, Rs, or RS в V1 при БНПГ, соотношение R/S < 1 в V6 при БНПГ можно считать "разумно" полезными у этих больных. Однако при объединении критериев оказалось, что их СП уменьшалась, за исключением тех случаев, когда объединялись только критерии с отличной СП.

СП четырех комбинированных критериев при БЛНПГ (продолжительность начального R > 30 мс, вырезка нисходящей части волны S, расстояние от начала комплекса QRS до максимального пика зубца S  $\geq 70$  мс в отведениях V1, V2, и наличие любого зубца Q в отведении V6) составила лишь 55% (59 из 132) в отличие от данных Kindwall и др. [81], где она составила 89%. Тем не менее, только 15 ЭКГ (13%) в исследовании Kindwall и др. имели БНПГ во время синусового ритма.

Применяя алгоритм, предложенный Brugada P. в 1991 г. для пациентов с органическими блокадами, Alberca T., Almendral J., в 1997 г. [79] обнаружили высокую СП критерия отсутствия RS во всех грудных отведениях (91%) для ЖТ и низкую СП (63%) критерия RS > 100 мс. СП последовательных первого и второго критериев Brugada P et al., 1991 [54] при исходной БНПГ составила только 57%, в отличие от результатов оригинального исследования [54], в котором СП 1 ступени

алгоритма была 100%, а при последовательном применении двух первых ступеней алгоритма СП была 98%. Таким образом, низкая СП критерия  $RS > 100$  мс и еще более низкая специфичность при последовательном применении двух критериев потенциально может ограничить диагностическую эффективность предложенного алгоритма у пациента с исходной внутрижелудочковой блокадой.

Также был проведен анализ критериев отдельно у пациентов с БНПГ и БЛНПГ. При БНПГ СП критериев отсутствия RS комплексов во всех грудных отведениях и  $RS > 100$  мс в одном из грудных отведений составила 81% и 84% (последовательно 68%), а при блокаде ЛНПГ 98% и 50% (последовательно 50%), что не противоречило последующим выводам Wellens H.J. от 2001 г. [85] о том, что  $RS > 100$  мс в одном или более грудных отведениях характерен для ЖТ, но может быть найден также при исходной БНПГ, особенно БЛНПГ. Длительность комплекса  $QRS > 140$  мс также имела ограниченную ценность при исходной БНПГ (СП 43%), так же, как и в случаях блокады ЛНПГ. Это согласуется с хорошо известной ассоциацией между БЛНПГ и структурными изменениями сердца, которые могут изменять внутрижелудочковую проводимость.

По данным 2013 г. Datino T., Almendral J. [106], критерий  $RS > 100$  мс в прекардиальных отведениях и зазубрина на исходящем зубце S были значительно менее специфичны у пациентов с исходной блокадой ЛНПГ. Специфичность ширины QRS также имела тенденцию к снижению у пациентов с исходной БЛНПГ (0.57 против 0.72).

Сравнивая диагностическую ценность алгоритмов у пациентов с исходной БНПГ Vereckei A., Duray G. [50] выявили, что точность, СП, ЧВ для созданного ими алгоритма (Vereckei A, 2007) [50] была выше, чем для алгоритма Brugada P. et al., 1991 [52] (92,2% против 85,8%; 65,4% против 57,7%; 98,3% против 92,2%, соответственно). Для СВТ, при исходно существующей БНПГ, выше оказалась положительная прогностическая ценность, а для ЖТ – отрицательная прогностическая ценность (89,5% при использовании алгоритма Vereckei A, 2007 [50] против 62,5% для алгоритма Brugada). При этом критерий  $Vi/Vt$  при

неспецифической внутрижелудочковой блокаде  $Vi/Vt > 1$  отмечался в 90% (27 из 30).

Тем не менее, результаты исследования Datino T., Almendral J. в 2013 г. [106] показали, что последовательная специфичность первого и второго критериев описанных Brugada и др. [52] была только 68%, что оказалось похоже, на результаты, полученные при применении 4-ступенчатого AVR алгоритма, описанного Vereckei и др (67%).

Присутствие предсуществующей БНПГ при использовании алгоритма Brugada по данным Vereckei A., Duray G. [50] приводило к снижению СП его второго критерия в связи с увеличением продолжительности интервала RS (в 8 из 30 (27%) СВТ RS был  $> 100$  мс). В то же время Vereckei A., Duray G. [50] обращают внимание, что в случае идиопатических ЖТ этот интервал мог быть равен от 60 до 80 мс, что приводило к ошибочному диагнозу СВТ (в данном исследовании  $RS > 100$  мс встречался в 15 из 29 (52%) случаях идиопатических ЖТ).

По данным Datino T., Almendral J., в 2013 г. [106] у пациентов с органической внутрижелудочковой блокадой наилучшая точность диагностики была получена для изолированного критерия  $RWPT \geq 50$  мс в отведении II (СП = 0,97; ЧВ = 0,67) и для алгоритма, сочетающего 2 критерия:  $RWPT \geq 50$  мс во II отведении и отсутствие RS в грудных отведениях (СП = 0,97; ЧВ = 0,88). Поскольку не было ни одного случая с Q волной в отведении V6, независимо от морфологии исходных QRS, только R волны в отведении V6 (не объединенные с формой QS или Qr) в случае моделей с БНПГ были изучены и показали также высокую точность для диагностики ЖТ (СП = 1, ЧВ = 0,65).

В 2011 г. Wijnmaalen A.P., Stevenson W.G. [110] опубликовали статью, в которой предложили алгоритм для дифференциальной диагностики идиопатической ЖТ и рубец-связанной ЖТ с исходной БЛНПГ на фоне синусового ритма. Согласно некоторым данным, например, Naqqani HM, Morton

JB [111] БЛНПГ с преобладающим зубцом S в отведении V1 часто встречалась при идиопатических ЖА. В тоже время картина БЛНПГ могла также возникнуть при ЖТ, обусловленной рубцовыми изменениями правого желудочка (ПЖ) и перегородки. При ретроспективном анализе 118 аритмий с БЛНПГ были определены признаки, характерные для рубец-связанной ЖА, которые проспективно были проанализированы на 179 ЖТ с конфигурацией БЛНПГ.

Переходная зона после 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 были независимыми характеристиками рубец-связанной ЖТ с формой блокады ЛНПГ. Наличие любой из этих характеристик, по мнению Wijnmaalen A.P., Stevenson W.G. [110], свидетельствовало в пользу рубец-связанной ЖТ. Если не было ни одного признака, тахикардия классифицировалась как «идиопатическая». При последующей проверке алгоритм оказался очень чувствительным (96%) и специфичным (83%).

### **1.3.6 Влияние антиаритмических препаратов на критерии дифференциальной диагностики**

В 1988 г. Crijns H.J., van Gelder I.C., Lie K.I. [112] в своем докладе впервые описали флексанид индуцированные тахикардии с широкими комплексами QRS суправентрикулярного происхождения, имитирующие ЖТ. Тахикардические комплексы имели форму БПНПГ с отклонением ЭОС вправо, форму БПНПГ с отклонением ЭОС вправо-вверх (от  $-90^\circ$  до  $-180^\circ$ ) или атипичной БЛНПГ с отклонением ЭОС влево. Продолжительность комплексов QRS составляла от 180 до 240 мс. Время появления блокады и скорость сокращений были четко связаны между собой, так как блокада присоединялась при значительном увеличении частоты сокращений желудочков. Замедление желудочкового ритма

характеризовалось сужением комплекса QRS. Авторы обращают внимание на то, что использование известных к тому времени критериев дифференциальной диагностики в таких случаях может привести к ошибочной диагностике ЖТ. Точно также в 1993 г. Harry J.G.M. Crijns M.D. [113] изучали механизм ТШК во время инфузии дофетилида у пациентов с мерцательной аритмией, что было важно для определения их природы: являются ли они желудочковыми, вследствие проаритмогенного эффекта, или отражают свойства III класса у дофетилида. Анализ эндокардиальных записей внутрижелудочковой проводящей системы показал, что дофетилид является причиной "классического" аберрантного проведения (Феномен Ашмана) при высоком преждевременном отношении, которое определялось как интервал сцепления, деленный на предшествующий к нему R-R интервал (предшествующий интервал = 1,78 x интервал сцепления – 290), что может имитировать желудочковую эктопию. Кроме того, наблюдалась частая последовательная двусторонняя БНПГ, вызванная значительным различием интервалов R-R, предшествующих БНПГ (среднее различие  $\pm 1$  SD:  $74 \pm 26$  мс). Таким образом, данные результаты могут оказаться полезными в клинической оценке ритмов с широкими QRS после введения дофетилида и, возможно, других "чистых" антиаритмиков III класса.

Пример ограничения использования критерия продолжительности RS > 100 мс в грудных отведениях у пациентов, принимающих ААТ, был описан в 1994 г. Le Davay и др. [114] у пациента с ФП, принимавшего флексанид, и госпитализированного из-за ТШК с RS > 100 мс и с диагнозом СВТ, как показало последующее ЭФИ.

Увеличение продолжительности QRS > 140 мс и RS > 100 мс в одном или более грудных отведениях отмечалось у 6 из 7 пациентов с органическими БНПГ, принимавших ААТ класса I или III (Из 7 пациентов, принимающих ААТ, 4 получали амиодарон, 1 – пропафенон, 1 – прокаинамид и 1 – хинидин) по данным Alberca T., Almendral J., от 1997 г. и увеличение продолжительности RS > 100 мс в 8 из 30 (27%) СВТ по данным Verecke A., Duray G., от 2007 г. [50]. Wellens H.J.

[85] в 2001 г., также сообщал об увеличении продолжительности  $RS > 100$  мс и  $QRS > 160$  мс в грудных отведениях у пациентов, принимающих препараты, замедляющие внутрижелудочковое проведение, а также о недостоверности критерия отклонения ЭОС влево ( $-30^\circ$ ) у пациентов во время использования лекарственных препаратов 1С класса.

На основании этих данных Wellens H.J. [85] сформулировал основные причины увеличения  $RS > 100$  мс в одном или более грудных отведениях при СВТ: прием лекарств, вызывающих замедление внутрижелудочкового проведения, АВ проведение по ДПП, предсуществующая БНПГ (особенно БЛНПГ).

В 2008 г. Verecke A., Duray G. [59], произвел оценку критерия ширина начальной г или q волны  $> 40$  мс в отведении AVR отдельно для пациентов, получавших и не получавших ААТ, в результате чего заключил, что прием ААТ не влияет на него. Также авторы считали, что прием антиаритмиков не влияет и на предложенный ими критерий  $Vi/Vt$ , объясняя это тем, что препараты, замедляющие проводимость в системе Гиса-Пуркинье и/или миокарде желудочков (например, ААТ класса I и амиодарон), уменьшают Vi и Vt примерно в равной степени, благодаря чему соотношение  $Vi/Vt$  существенно не изменяется. В то же время они признавали, что причинами неправильной диагностики могли быть локальные изменения миокарда, которые меняют только один из этих показателей (например, уменьшение Vi, в случае СВТ, у пациента с перенесенным передне-септальным ИМ приводит к ошибочному диагнозу ЖТ; рубец, находящийся в области поздней активации желудочка, может привести к уменьшению Vt, что ведет к постановке диагноза СВТ). В случае фасцикулярной ЖТ этот критерий также мог быть бесполезен, т.к. Vi не медленнее, чем Vt. Если выход места re-entry очень близко располагается к системе Гиса-Пуркинье, то это может привести к ЖТ с относительно узким QRS комплексом и незначительному замедлению Vi [50].

Таким образом, прием некоторых ААТ (класса I или III) мог приводить к изменению отдельных временных характеристик комплексов и влиять на работу

отдельных дифференциальных критериев. Так, например, увеличение продолжительности QRS, удлинение интервалов RS  $> 100$  мс в грудных отведениях у пациентов, принимающих ААП, могло встречаться при СВТ и приводить к неправильной диагностике и расцениванию их как ЖТ. В это же время не было отмечено увеличения продолжительности начального зубца  $r$  или  $q > 40$  мс в отведении AVR или изменение соотношения  $V_i/V_t$  при приеме ААТ.

### **1.3.7 Дифференциальная диагностика тахикардий с широкими комплексами QRS и артефактов**

В 2001 г. Knight BP, Pelosi F, Michaud GF, Strickberger SA, Morady F. [115] показали, что часто возникает необходимость дифференцировать тахикардии с широкими комплексами QRS с артефактами, так как неправильная интерпретация артефакта может приводить к необоснованному назначению инвазивных процедур. По результатам их клинического исследования от 2001 г. артефакты ошибочно приняли за ЖТ 52 из 55 терапевтов (94%), 128 из 221 кардиологов (58%), и 186 из 490 элекрофизиологов (38%). 156 из 181 электрофизиологов (88%), 67 из 126 кардиологов (53%), и 14 из 15 терапевтов (31%) рекомендовали инвазивные процедуры для решения вопроса о дальнейшей тактике. Авторы считали, что необходимо разработать и включить методы дифференциальной диагностики артефактов от тахикардий с широкими комплексами, чтобы минимизировать ненужные процедуры.

В 2006 г. Huang CY, Shan DE, Lai CH, Fong MC, Huang PS, Huang HH, Lin SJ, Chiang CE [116] впервые изучили трепор индуцированные электрокардиографические артефакты которые могли быть неправильно интерпретированы как ЖТ. В своей публикации [116], они описали 3 ЭКГ признака для отличия артефактов от ЖТ, которые были названы ими как «синус», «спайк» и «зазубрина». Под признаком «синус» понималось наличие фрагментов

синусового ритма в одном из отведений, если одна из верхних конечностей была свободна от трепора. «Спайк» означал наличие регулярных или нерегулярных пиков (всплесков, спайков) среди «широких QRS комплексов». Термин «зазубрина» обозначал вырезки (насечки), накладывающиеся на подобные широким комплексам QRS артефакты, совпадающие с длиной сердечного цикла во время синусового ритма. Наличие любого из таких признаков свидетельствовало об артефактах записи. Таким образом, впервые был создан ступенчатый электрокардиографический алгоритм, который был протестирован на 98 ЭКГ (37 трепор-индуктированных псевдо-ЖТ и 61 истинных ЖТ). В 36 из 37 (97,3%) трепор индуцированных псевдо-ЖТ был точно поставлен диагноз.

#### **1.4 Клинические критерии дифференциальной диагностики тахикардий с широкими комплексами QRS**

В 1987 г. Baerman J.M., Morady F. провели исследование по оценке значения клинических данных и анамнеза в дифференцировании ЖТ от СВТ с аберрантным проведением в экстренных условиях [117]. По результатам анализа записей ЭКГ 84 пациентов с ТШК (62 пациента с ЖТ и СВТ с аберрацией у 22 больных) в совокупности с клиническими и анамнестическими данными было выявлено, что анамнез перенесенного ИМ, застойной сердечной недостаточности, стенокардии имели во всех случаях положительное прогностическое значение для ЖТ  $> 95\%$ , но имели чувствительность 66%, 24% и 24%, соответственно. Возраст  $> 35$  лет имел чувствительность 92% и положительную прогностическую ценность 85% для ЖТ. Ни одна из клинических характеристик не была определяющим предиктором СВТ; наибольшее значение имел возраст 35 лет, который имел положительную прогностическую ценность 70%. Таким образом, был сделан вывод, что клинические данные могут быть полезным в диагностике тахикардии с широкими комплексами в неотложной ситуации. Сходные данные были получены

в исследовании Griffith M.J., de Belder M.A. в 1991 г. [77]. Положительную прогностическое значение для ЖТ (95%) имели ИМ (в 44 из 69 ЖТ против 1 из 33 СВТ), стенокардия напряжения (в 22 из 69 ЖТ против 1 из 33 СВТ), сердечная недостаточность (в 16 из 69 ЖТ против 0 из 33 СВТ), и, помимо этого, курение (в 32 из 69 ЖТ против 8 из 33 СВТ). Нарушения гемодинамики во время приступа (25 из 69 ЖТ против 4 из 33 СВТ), и предыдущее кардиохирургическое лечение (9 из 69 ЖТ против 0 из 33 СВТ) также были связаны с диагнозом ЖТ.

Из таких клинических признаков, как: возраст, курение, семейный анамнез ИБС, анамнез стенокардии, застойной сердечной недостаточности, аортокоронарного шунтирования, перенесенный ИМ, синкопы, сердцебиение, боли в груди по время сердцебиения, коллапс во время сердцебиения, значение кардиоторакального индекса (КТИ)  $> 0,55$ , наличие аневризмы левого желудочка (ЛЖ), подтвержденной по данным ЭХОКГ или при катетеризации сердца, по результатам одномерного и многомерного анализа независимым предиктором ЖТ оказался перенесенный инфаркт миокарда.

Клинические аспекты ТШК заинтересовали также группу исследователей во главе с Patrick Tchou. В 1988 г. ими были опубликованы результаты небольшой работы [118], в которой с целью повышения точности диагностики желудочковой и наджелудочковой тахикардии предлагали проводить прикроватную оценку ответов на два вопроса: 1) Переносил ли пациент ранее инфаркт миокарда? 2) Появились ли симптомы тахиаритмии только после перенесенного инфаркта миокарда? Считалось, что тахикардия с широкими QRS имеет желудочковое происхождение, если утвердительным был ответ на оба этих вопроса. Из 31 пациента с устойчивой ТШК, зарегистрированной при первичном обращении за медицинской помощью, у 17 была диагностирована ЖТ и у 14 – НЖТ. В последующем при воспроизведении тахикардий в электрофизиологической лаборатории 29 тахикардий оказались ЖТ и 2 СВТ. Если бы диагнозы были сделаны исключительно на основе ответов на вопросы, упомянутых ранее, 28 из 29 ЖТ, были бы правильно идентифицированы. Авторы сделали вывод о том,

использование этих двух вопросов может быть очень полезным клиническим критерием для диагностики ЖТ.

В 1992 г. Griffith M.J., de Belder M.A. et al. [86] также подчеркнули значение клинических и анамнестических данных для диагностики ЖТ [117], а также роль вагусных приемов или в/в введения аденоцина в выявлении СВТ, несмотря на то, что некоторые отчеты того времени [1,119,120] подтверждали, что использование клинических признаков и симптомов часто были причиной неправильной диагностики и приводили к катастрофическому исходу. Были описаны случаи, когда пациентам с гемодинамически стабильной ЖТ была диагностирована СВТ с aberrантным проведением, что на фоне в/в введения верапамила, приводило к острой тяжелой гипотонии, требующей вазопрессорной терапии, учащению тахикардии, развитию ФЖ с необходимостью использования дефибриллятора, и асистолии с последующей кардиоверсией [121]. Более недавние исследования оценили опасность назначения верапамила и стали рекомендовать аденоцин при неопределенных ТШК [122]. Однако и это не всегда могло быть безопасно. Например, аденоцин может быть триггером «torsades de pointes» в присутствии синдрома, удлиненного QT [123], а также причиной ФП и опасного увеличения ЧСЖ у пациентов с ФП или ТП.

## **1.5 Алгоритмы и предложенные совокупности критериев дифференциальной диагностики**

### **1.5.1. Алгоритм Dancy M., Ward D., 1985**

В 1985 г. Dancy M., Ward D. [53] предложили алгоритм диагностики ЖТ, особенностью которого было наличие одновременно и клинических и ЭКГ признаков.

На первом этапе алгоритма предлагалось выявить АВ диссоциацию, которая

определялась клинически (по интенсивности первого тона сердца и по более редкой частоте венозного пульса, чем артериального) и электрокардиографически (независимый предсердный и желудочковый ритм, блокада ретроградного ВА проведения, захваты или сливные комплексы). Наличие АВ диссоциации предполагало ЖТ, а в случае ее отсутствия осуществлялся переход ко второму этапу – оценке продолжительности комплекса QRS и ЭОС.

При наличии доступной ЭКГ пациента с синусовым ритмом производилась оценка признаков предвозбуждения и исходной блокады ножки пучка Гиса. Если на ЭКГ присутствовали признаки предвозбуждения, то предлагалось рассмотреть возможность выполнения внутрисердечного ЭФИ для определения локализации ДПП. При отсутствии таких признаков, то есть, при узких комплексах QRS (< 120 мс), критериями ЖТ считалась продолжительность QRS > 140 мс или отклонение ЭОС влево > -30°.

Если же во время тахикардии комплекс QRS был < 140 или угол альфа менее отрицательный, чем -30°, то переходили к третьему этапу алгоритма – оценке формы комплексов QRS (см. далее в тексте).

При наличии исходной внутрижелудочковой блокады производилось сравнение формы комплексов во время тахикардии и синусового ритма. При одинаковой форме комплексов диагностировалась СВТ. При различной форме ЖТ диагностировалась в том случае, если разница ЭОС была > 45° и продолжительность QRS > 140 мс или, если разница ЭОС была < 45° и продолжительности QRS > 180 мс. При этом оценивались следующие параметры:

1. Присутствие двух или более документированных морфологий тахикардии необычной формы, указывало на ЖТ.
2. Желудочковая конкорданность во всех грудных отведениях с высокой вероятностью свидетельствовала в пользу ЖТ, хотя, авторы отмечали, что положительная конкорданность может наблюдаться и у пациентов с ДПП.

При несоответствии данным критериям (т.е. если разница ЭОС составляла

менее  $45^\circ$ , но продолжительность QRS была  $> 180$  мс или разница ЭОС составляла более  $45^\circ$ , но продолжительности QRS была  $< 140$  мс), также переходили к третьему этапу алгоритма.

На третьем этапе проводилась оценка формы комплексов QRS.

Морфологию Rsr' в отведении V1 или в V6, QS или rS комплексы у пациентов с БПНПГ [62] авторы считали наиболее характерной для ЖТ. Более детальный анализ отдельных отведений по алгоритму Wellens H.J., Bär F.W. [62] добавлял полезную информацию, хотя в целом, по мнению Dancy M., Ward D., остальные критерии считались менее специфичными.

При использовании предложенной схемы, по данным этих авторов, диагноз ЖТ мог быть правильно поставлен в 95% случаев. Если же он оставался неясным, предлагалось перейти либо к более подробной регистрации предсердной деятельности, например, при ЧПЭКГ, либо к внутрисердечному ЭФИ.

### **1.5.2. «Классические критерии» Wellens H.J., Brugada P., 1987**

«Классические критерии» ЖТ Wellens H.J., Brugada P., 1987 [54], неоднократно упоминавшиеся ранее, и созданные на основе верификации тахикардий с помощью записи электрограммы пучка Гиса, включали в себя следующие признаки:

1. Наличие АВ диссоциации, захватов или сливных комплексов.
2. Положительную или отрицательную конкордантность комплексов QRS.
3. Наличие более узких комплексов QRS во время тахикардии, чем во время синусового ритма.
4. При форме комплексов по типу БПНПГ (определялась как преобладание положительной полярности в отведении V1) отклонение ЭОС влево с продолжительностью комплекса QRS  $> 140$  мс.

5. При форме комплекса по типу БЛНПГ (определялась как преобладание отрицательная полярность в отведении V1) отклонение ЭОС вправо с продолжительностью комплекса QRS > 160 мс.

6. Морфологические критерии:

- при форме комплексов по типу блокады ПНПГ в отведении V1 наличие паттернов qR, QR, R, «rabbit ear»: RSr', Rr', Rsr' (т.е кроличье ухо с большим левым пиком);
- в отведении V6 наличие паттернов QS, rS, RS, где R/S < 1;
- при форме комплексов по типу БЛНПГ в отведении V1 продолжительность начального зубца R > 30 мс;
- в отведениях V1, V2 невнятность или вырезка нисходящей части волны S;
- в отведениях V1, V2 расстояние от начала комплекса QRS до максимального пика зубца S > 70 мс;
- в отведении V6 наличие любого зубца Q.

Эти критерии вызывали большой интерес среди исследователей, часто подвергались анализу, проверке, сравнению, оценке в различных подгруппах пациентов и стали основной для создания некоторых последующих алгоритмов дифференциальной диагностики.

### **1.5.3 Алгоритм Brugada P., 1991**

Алгоритм Brugada P. et al, [52], был предложен в 1991 г. после проведения авторами исследования по изучению причин частой встречаемости диагностических ошибок при использовании наиболее известных к тому времени критериев [61-63,81,87,93]. Он включал 4 последовательных этапа, при этом переход на каждый последующий осуществлялся при отсутствии критериев ЖТ на предыдущем.

Первый этап. Отсутствие комплексов RS во всех грудных отведениях предполагало ЖТ. Комплексы с QR, QRS, QS, R, или rSR морфологией не считались за RS комплексы.

Второй этап. Продолжительность интервала RS более 100 мс в любом из грудных отведений при наличии комплекса RS предполагало ЖТ.

На третьем этапе осуществлялся поиск АВ диссоциации, при выявлении которой ставился диагноз ЖТ.

На четвертом этапе оценивалось соответствие тахикардии «классическим критериям» ЖТ в отведениях V1 и V6 [54].

Если на любом из этапов диагноз ЖТ был установлен, то последующий анализ прекращался. Если ни на одном из этапов данных за ЖТ получено не было, то ставился диагноз СВТ с aberrантным проведением.

По результатам первая ступень предложенного алгоритма имела СП 100% и ЧВ 21% для диагностики ЖТ. После применения второй ступени алгоритма, ЧВ увеличивалась до 66% и СП была равна 98%. После применения критерия АВ диссоциации на 3 ступени ЧВ увеличивалась до 82% и СП до 98%. Последний шаг приводил к повышению ЧВ до 98,7% и снижению СП до 96,5%.

11 из 554 исследуемых тахикардий (2%) были неправильно диагностированы, что было связано с невозможностью определения морфологии комплексов в грудных отведениях: RS или QS.

Алгоритм Brugada P., 1991 также оказался одним из наиболее популярных алгоритмов, в связи с чем подвергался неоднократным проверкам и анализу в различных подгруппах пациентов и при оценке разными специалистами, при этом, результаты часто не соответствовали полученным в оригинальном исследовании. Так, например, Isenhour JL, Craig S, Gibbs M, Littmann L, Rose G, Risch R. в 2000 г. [124] провели исследование по оценке точности алгоритма Brugada в дифференциальной диагностике ТШК четырьмя врачами: 2-мя высокосертифицированными кардиологами и 2-мя специалистами экстренной

мед. помощи. С помощью алгоритма Brugada анализировалось 157 ТШК, верифицированных ЭФИ. По результатам исследования оказалось, что ЧВ и СП диагностики ЖТ с использованием алгоритма Бругада были 85% и 60% у кардиолога 1 (С1) и 91% и 55% у С2. У врача скорой помощи (ЕР1) ЧВ была равна 83% и СП 43%, в то время как у ЕР 2 ЧВ 79% и СП 70%, соответственно. Межнаблюдательное соглашение составило 82% и 81%, соответственно. По данным оригинального исследования ЧВ составляла 98,7% и СП 96,5% для их выборки.

Таким образом, на практике не были получены столь высокие показатели чувствительности или специфичности, как сообщают авторы в оригинальном исследовании.

#### **1.5.4 Критерии Griffith M.J., Garratt C.J., Mounsey P., Camm A.J., 1994**

Griffith MJ, Garratt CJ, Mounsey P, Camm AJ. (1994) [125], как и многие другие исследователи, наиболее важной проблемой в диагностике ТШК считали решение вопроса, является ли тахикардия желудочковой или нет, так как прогноз при ЖТ был значительно хуже, чем при СВТ. Авторы предложили критерии СВТ, при невыполнении которых, по умолчанию ставился бы диагноз ЖТ.

При БЛНПГ критериями СВТ были: наличие rS или QS в отведениях V1 и V2; задержка S волны надир  $< 70$  мс; наличие R волны и отсутствие Q волны в отведении V6. При БПНПГ критериями СВТ были: наличие rSR' комплексов в отведении V1 и RS в отведении V6, где  $R > S$ .

Из 102 ТШК (ширина  $> 110$  мс), верифицированных электрофизиологически, правильный диагноз ЖТ был поставлен в 63 и 62 из 69ЖТ. Правильный диагноз СВТ в 28 и 22 из 33 СВТ (ЧВ к ЖТ 90% и 91%, СП 67% и 85% для двух исследователей). После выявления независимых Р-зубцов одним из наблюдателей в случаях, диагностированных как СВТ, ЧВ для диагностики ЖТ увеличилась с

90% до 96%, а СП составила 64%.

### **1.5.5 Алгоритм Steurer G., Gürsoy S., 1994 (дифференциальная диагностика ЖТ и СВТ с антероградным проведением по ДПП)**

Среди всех форм СВТ с широкими комплексами QRS наибольшую сложность для дифференциальной диагностики с ЖТ представляли собой тахикардии с участием ДПП, в особенности антидромная реципрокная АВ тахикардия. На тот момент времени это признавалось большинством исследователей, и было обусловлено тем, что в обоих случаях волна возбуждения начинает распространяться по желудочкам вне волокон Гиса-Пуркинье. Снижение чувствительности и специфичности критериев признаках предвозбуждения описывали Dancy M., Ward D., 1985 [53], Lau E.W., Pathamanathan R.K., 2000 [126], Wellens H.J. 2001 [85], Vereckei A., Duray G., 2007 [59] и другие.

В 1994 г. Steurer G., Gürsoy S. [127] впервые предложили трехступенчатый алгоритм для дифференциальной диагностики между ЖТ и СВТ с антероградным проведением по ДПП.

Критериями, свидетельствующими в пользу ЖТ, были следующие:

1. Наличие преимущественно отрицательных комплексов QRS в прекардиальных отведениях с V4 по V6. Первоначальная активация основания желудочков ДПП с последующим распространением к верхушке сердца, по мнению авторов, должна была привести к преимущественно положительным QRS комплексам в отведениях с V4 по V6. Соответственно, отрицательные QRS комплексы расценивались как признак ЖТ и исключали антидромную тахикардию.
2. Наличие QR комплекса в одном или нескольких отведениях с V2 по V6. Этот критерий был выбран в связи с тем, что при отсутствии структурных изменений в сердце, QR комплексы не должны были наблюдаться во время

тахикардии с предвозбуждением желудочков.

3. АВ проведение, отличное от 1:1 исключало антидромную тахикардию. При этом большее количество QRS комплексов, чем Р-зубцов было высоко специфично для ЖТ (100%).

Далее из этих критериев был сформирован трехступенчатый алгоритм. Если на 1 ступени определялись преимущественно отрицательные комплексы QRS в отведениях с V<sub>4</sub> по V<sub>6</sub>, ставился диагноз ЖТ и на этом диагностический поиск прекращался. Если комплексы были преимущественно отрицательные в этих отведениях, то переходили ко второй ступени – если в одном или нескольких отведениях с V<sub>2</sub> по V<sub>6</sub> регистрировались комплексы QR, диагностировалась ЖТ, и дальнейший анализ не проводился. При отсутствии такой формы переходили к третьей ступени алгоритма. Преобладание комплексов QRS над зубцами Р свидетельствовало о ЖТ. В противном случае ставился диагноз антидромной реципрокной АВ тахикардии.

Чувствительность и специфичность этих трех последовательных ступеней диагностики ЖТ были 75% и 100% соответственно. Предполагается, что данный алгоритм можно использовать также для дифференциальной диагностики ЖТ и СВТ с аберрантной внутрижелудочковой проводимостью.

37 ЖТ (25%) были ошибочно диагностированы, как тахикардии с предвозбуждением (29 из них – у пациентов с перенесенным ИМ, 4 – у пациентов без признаков структурных изменений сердца. Ни одна из тахикардий с предвозбуждением не была ошибочно отнесена к ЖТ. Авторы подчеркивают чрезвычайную трудность дифференциальной диагностики между идиопатической ЖТ и тахикардии с предвозбуждением желудочков. В спорных случаях предлагается уточнить диагноз путем регистрации внутрисердечной ЭКГ.

В последующем, данные критерии были описаны и опубликованы Podrid P., Kowey P. в книге «Handbook of cardiac arrhythmia» от 1996 г. [128].

Не только этот, но и другие алгоритмы дифференциальной диагностики ТШК

в большом количестве были предложены, начиная с конца 20-го века. Ниже приведены наиболее распространенные критерии и алгоритмы в хронологической последовательности.

### **1.5.6 Морфологические критерии Drew B.J., Scheinman M.M., 1995**

Одними из наиболее распространенных и часто встречающихся являются критерии ЖТ, предложенные Drew B.J, Scheinman M.M. в 1995 г. [56]:

1. наличие АВ диссоциации или ВА блокады;
2. ширина комплекса QRS  $> 0.16$  с;
3. ЭОС в правой верхней четверти ( $-90^\circ$  до  $\pm 180^\circ$ ), или отклонение ЭОС влево при тахикардии с блокадой ПНПГ ( $-60^\circ$  до  $-90^\circ$ ), или отклонение ЭОС вправо при тахикардии с блокадой ЛНПГ ( $+120^\circ$  до  $+180^\circ$ );
4. отсутствие в грудных отведениях RS комплексов или, в случае присутствия, продолжительность RS  $> 0,10$  с (измерение от начала QRS до пика S);
5. время внутреннего отклонения (от начала QRS до преобладающего положительного или отрицательного пика) в отведении V6  $\geq 0,08$  с;
6. конкорданность QRS в грудных отведениях;
7. морфологические критерии ЖТ или СВТ.

Критерии, предполагающие СВТ с аберрантным проведением:

1. время внутреннего отклонения в отведении V6  $\leq 0,04$  с;
2. морфологические критерии СВТ с аберрантным проведением:
  - При БПНПГ в отведении V1 зазубренный комплекс R с высоким левым пиком и двухфазные RS или QR комплексы предполагали ЖТ. Трехфазные rsR' или бифазные rR' комплексы предполагали СВТ.
  - При БЛНПГ в отведении V1 или V2 о ЖТ свидетельствовал любой из

следующих критериев:

- а) R волна  $\geq 0.04$  с;
- б) зазубренность или невнятность нисходящей S волны;
- в) задержка максимального пика (надира) S  $> 0,06$  с.

Отсутствие всех этих трех признаков в обоих отведениях V1 или V2 свидетельствовало об СВТ с аберрацией по типу БЛНПГ.

В отведении V6 анализировались три морфологических критерия:

- монофазный QS свидетельствовал в пользу ЖТ;
- форма rS ( $R/S < 1$ ) при БПНПГ – в пользу ЖТ;
- трехфазные комплексы qRs ( $R/S > 1$ ) при БПНПГ – в пользу СВТ с аберрантным проведением.

По результатам исследования было правильно диагностировано 90% ТШК, что оказалось близко к результатам Wellens H.J. et al [61], Akhtar M. et al. [84], оба из которых правильно диагностировали 92% тахикардий.

13 ТШК (10%) были диагностированы неправильно или диагноз невозможен было поставить. 3 из них были ЖТ. Одна – фасцикулярная ЖТ, неотличимая от СВТ с аберрацией по типу БПНПГ. Две другие – обусловленные механизмом macrore-entry в ножках пучка Гиса, неотличимые от СВТ с аберрацией по типу БЛНПГ (антероградное проведение вниз по правой ножке пучка Гиса и ретроградное по левой ножке пучка Гиса).

Остальные 10 тахикардий имели противоречивые критерии (т.е. одновременно предполагающие и ЖТ и СВТ с аберрацией), не имели критериев или имели критерии неправильного диагноза. В качестве примера можно привести пациента с СВТ с бифазным комплексом qR в отведении V1 (что являлось критерием ЖТ). При ретроспективном анализе ЭКГ во время синусового ритма была выявлена исходная БПНПГ с идентичным qR паттерном, обусловленным перенесенным передним ИМ.

Потенциальные ограничения, указанные авторами [55] – это присутствие распространенного поражения миокарда или ГЛЖ, что может показывать более невнятное начальное отклонение QRS, хотя в данном исследовании такого не наблюдалось. Также фасцикулярные ЖТ или ЖТ, обусловленные механизмом *re-entry* в системе Гиса-Пуркинье, могут быть ошибочно приняты за СВТ, потому что они обладают более быстрым начальным отклонением QRS. Но это ограничение распространяется и на все ранее предложенные морфологические критерии.

Важным правилом Drew B.J, Scheinman M.M. в 1995 г., как и многие другие авторы считали необходимость рассматривать тахикардии с широкими QRS как ЖТ, пока не доказано иное.

### **1.5.7 Алгоритм Lau E.W., Pathamanathan R.K. et al. (Baesian)**

Несмотря на предыдущие попытки получения надежного алгоритма для отличия ЖТ от СВТ с аберрантным проведением на основе 12-отведений ЭКГ [52,55,56,62,81,84,86,91], неправильная диагностика по-прежнему была распространена, иногда с серьезными неблагоприятными последствиями [1,84,91,103]. Одним из значимых препятствий на пути осуществления пошаговых иерархических алгоритмов диагностики Lau E.W., Pathamanathan R.K. et al. [126] считали несовершенство их ЭКГ критериев, а именно: периодически возникающие проблемы определения изолинии, начала и окончания комплекса, ЭОС, направленности комплексов (преимущественной положительной или отрицательной) в определенном отведении (например, при синусоидальной морфологии ТШК). Неопределенность установки признака, высоко расположенного в дереве какого-либо диагностического алгоритма, могла приводить к невозможности дальнейшей его реализации. При этом ошибка, сделанная на высоком уровне, приводила к неправильной окончательной постановке диагноза. Наконец, в 2000 г. Lau E.W., Pathamanathan R.K. et al. [126]

сделали попытку подойти к проблеме с помощью метода Байеса, путем построения диагностического алгоритма, в основе которого лежит анализ отношений правдоподобия (LR). На основании данных по чувствительности и специфичности критериев шести существующих диагностических алгоритмов ЭКГ для ТШК [55,62,81,84,86] были рассчитаны отношения правдоподобия для наиболее эффективных критериев, которые затем были включены в байесовский диагностический алгоритм (таблица 1). Признаки, которые не могли быть установлены во всех случаях ТШК, такие как АВ диссоциация, были преднамеренно исключены. Производилось умножение отношений правдоподобия выявленных ЭКГ критериев, в результате чего получалось численное значение, определяющее вероятность ЖТ или СВТ. Полученное значение  $LR \geq 1$  означало диагноз ЖТ, и  $LR < 1$  означало диагноз СВТ.

Верификация осуществлялась с помощью инвазивного ЭФИ. Наличие БНПГ по-прежнему оценивалось по отведению V1 (т.е., был ли преимущественно положительным или отрицательным в V1 комплекс QRS). С помощью алгоритма Байеса и с помощью клинической оценки (использование любых известных диагностических алгоритмов или критериев) проводился анализ 244 ТШК (159 ЖТ (из них 10 фасцикулярных ЖТ), 65 СВТ, 20 антидромных АВ тахикардий).

По результатам клинической оценки правильно диагностированы были: 35% СВТ, 85% ЖТ, и 47% фасцикулярных ЖТ. Использование байесовского алгоритма позволило правильно диагностировать 52% СВТ, 95% ЖТ, и 97% фасцикулярных ЖТ. Оценка способности алгоритма дифференцировать ЖТ и антидромную АВ тахикардию не производилась, т.е. оба вида аритмий, ЖТ и антидромная реципрокная АВ тахикардия, были отнесены к категории ЖТ.

Важное преимущество байесовского алгоритма заключалось в анализе всех входящих в него ЭКГ критериев, что способствовало более полному использованию их диагностической информации, в отличие от традиционных иерархических алгоритмов, где признаки, высоко расположенные в диагностическом дереве, имели гораздо больше веса, чем расположенные ниже.

Кроме того, предлагалось решение проблемы неопределенности критериев ЭКГ-диагностики: в случае сомнительного ЭКГ признака, была предоставлена возможность выбора такого варианта, как «отсутствие предложенного ЭКГ критерия».

Таблица 1 - Диагностические критерии алгоритма Lau E.W., Pathamanathan R.K. et al. [126].

<b>ЭКГ критерии</b>	<b>Отношение правдоподобия (LR)</b>
<b>Ширина комплекса QRS</b>	
< 0,14 с	0,31
> 0,14 с и ≤ 0,16 с	0,46
> 0,16 с	22,86
<b>Электрическая ось сердца</b>	
Правая верхняя ( $-90^\circ \pm 180^\circ$ )	7,86
Отклонение ЭОС влево ( $-60^\circ$ до $-90^\circ$ ) (тип БПНПГ)	8,21
Отклонение ЭОС вправо ( $120^\circ$ до $180^\circ$ ) (тип БЛНПГ)	3,93
Ни один из вариантов	0,47
<b>Форма в отведении V1 при БПНПГ</b>	
Высокий левый пик	50
Бифазный Rs или qR	4,03
Трехфазный rsR' или rR'	0,21
Ни один из вышеперечисленных	1,41
<b>Форма в отведениях V1, V2 при БЛНПГ</b>	
$r \leq 0,04$ с или	50
зазубрина на нисходящей части зубца S или	
задержка до максимального пика зубца S >	

0,06 с	
Ни один из вышеперечисленных	0,13
<b>Интервал времени внутреннего отклонения в отведении V6</b>	
≥ 0,08 с	19,3
< 0,08 с	0,46
<b>Форма комплекса в отведении V6</b>	
Монофазные QS	50
Бифазные rS ( $r:S < 1$ ) при БПНПГ	50
Трехфазные qRs ( $R:s > 1$ ) при БПНПГ	0,13
Ни один из вышеперечисленных	0,57

Примечание. Отношение правдоподобия  $> 1$  свидетельствует в пользу диагноза ЖТ, отношение правдоподобия  $< 1$  свидетельствует в пользу диагноза СВТ

### 1.5.8 Алгоритм John M. Miller and Mithilesh K. Das

В 2004 г. John M. Miller and Mithilesh K. Das [58] предложили 6 ступенчатый алгоритм:

Ступень 1: Наличие АВ диссоциации (если присутствует, то диагностируется ЖТ, если нет, переход к следующему шагу).

Ступень 2: Верхняя правая ось (при ее наличии диагностируется ЖТ, при отсутствии переход к следующему шагу).

Ступень 3:  $V_i / V_t$  соотношение (если оно больше, чем 1, то диагностируется СВТ, если меньше, то переход к следующему шагу).

Ступень 4: Наличие комплексов с формой RS в грудных отведениях (при наличии диагностируется ЖТ, при отсутствии – переход к следующему шагу).

Ступень 5:  $RS > 100$  мс в грудных отведениях (если  $RS > 100$  мс, то диагностируется ЖТ, если нет, то переход к следующему шагу).

Ступень 6: При форме широких комплексов по типу БЛНПГ  $R < 30$  мс или продолжительность от начала R до пика S менее 60 мс в отведении V1) (Если этот критерий присутствует, то диагностируется СВТ).

Таким образом, в целом алгоритм был построен из наиболее известных критериев, но скомбинированных в другой последовательности. Как и многие другие, John M. Miller and Mithilesh K. Das не исключали возможные погрешности работы алгоритма при исходном нарушении внутрижелудочкового проведения при наличии СВТ с признаками предвозбуждения, а также возможность ошибочной диагностики ЖТ как СВТ в случае наличия и более узких комплексов QRS.

### **1.5.9 Алгоритм Verecke A., 2007**

После появления в 1991 г. алгоритма Brugada P. et al. [52], который демонстрировал лучшую ЧВ (98,7%) и СП (96,5%), чем предыдущие критерии и алгоритмы, многими авторы был предложен целый ряд других ЭКГ критериев для дальнейшего уточнения или дифференцирования сложных морфологий широких комплексов с различными перестановками и комбинациями. Несмотря на кажущуюся простоту поэтапного алгоритма, как подвода, критерии Brugada et al. [52] не приобрели широкого распространения из-за сложности морфологических критериев и более низкой, чем ожидалось, чувствительности и специфичности [56,58,79]. Включив два новых критерия, в 2007 г. Verecke A., Duray G., Szénási G., Altemose G.T., Miller J.M. [50] разработали более простой алгоритм дифференциальной диагностики регулярных ТШК и сравнили его с алгоритмом Brugada. Новый алгоритм [50] также включал 4 этапа, каждый из которых предполагал ЖТ:

1. Присутствие АВ диссоциации.
2. Наличие первоначального зубца R в отведении AVR.
3. Несоответствие формы комплексов критериям БНПГ, согласно Willems J.L. et

al., 1985 (таблица 2) [129].

Таблица 2 - Критерии диагностики блокады ножки и ветви пучка Гиса.

Определение задержки внутрижелудочкового проведения.	
А. Полная БНПГ	В. Блокада ветви ножки пучка Гиса
<p>Качественные характеристики</p> <p>S1) продолжительность QRS <math>\geq 0,12</math> с (у взрослых)</p> <p>S2) суправентрикулярный ритм</p> <p>S3) отсутствие феномена WPW</p> <p>Критерии полной БНПГ</p> <p>a) S1 + S2 + S3</p> <p>1. Полная БПНПГ</p> <p>Качественные характеристики</p> <p>S1) R' или r' в V1 или V2;</p> <p>S2) продолжительность зубца S <math>&gt;</math> продолжительности R в I и V6;</p> <p>S3) продолжительность зубца S <math>&gt; 0,04</math> с в I и V6:</p> <p>S4) продолжительность до пика зубца R <math>&gt; 0,05</math> с в V1 или V2:</p> <p>Критерии полной БПНПГ</p> <p>a) S1 + S2 или</p> <p>b) S1 + S3 или</p> <p>c) S4 + (S2 или S3)</p> <p>2. Полная БЛНПГ</p> <p>Качественные характеристики</p> <p>S1) Широкий и зазубренный или невнятный зубец R в отведениях I и V5 или V6;</p>	<p>1.Блокада передней ветви ЛНПГ</p> <p>Качественные характеристики</p> <p>S1) продолжительность QRS <math>&lt; 0,12</math> с;</p> <p>S2) ЭОС <math>\leq -30^\circ</math>;</p> <p>S3) rS паттерн в II, III, AVF;</p> <p>S4) qR паттерн AVL;</p> <p>S5) продолжительность до пика зубца R <math>\geq 0,045</math> с в AVL;</p> <p>S6) невнятное нисходящее колено зубца R в AVL</p> <p>S7) невнятный S в V5 или V6</p> <p>Критерии блокада передней ветви ЛНПГ</p> <p>a) S1 + S2 + S3+ S4 + S5 или</p> <p>b) S1 + S2 + S3+ S4 + S6 или</p> <p>c) S1 + S2 + S3+ S4 + S7</p> <p>Количественные характеристики S3 обычно присутствуют с критериями а), в), с). Если в отведении II паттерн QS, то блокада передней ветви ЛНПГ не может быть отличима от нижнего ИМ.</p> <p>2.Блокада задне-нижней ветви ЛНПГ</p> <p>Качественные характеристики</p> <p>S1) продолжительность QRS <math>&lt; 0,12</math> с;</p> <p>S2) <math>180^\circ &gt; \text{ЭОС} &gt; 90^\circ</math>;</p>

<p>S2) отсутствие зубца Q в I и V5 или V6;</p> <p>S3) продолжительность до пика зубца R <math>\geq 0,06</math> с в V5 или V6:</p> <p>Критерии полной БЛНПГ</p> <p>a) S1 + S2 + S3</p> <p>Неспецифическая внутрижелудочковая блокада – все случаи с продолжительностью QRS <math>\geq 0,12</math> с которые не подходят по критериям под БПНПГ или БЛНПГ</p>	<p>S3) qR паттерн в III, AVF с продолжительностью Q <math>\leq 0,04</math> с;</p> <p>S4) отсутствие других причин отклонения ЭОС вправо.</p> <p>Критерии блокады задне-нижней ветви ЛНПГ</p> <p>a) S1 + S2 + S3+ S4</p>
<p>Критерии Willem JL et al., 1985 с модификацией. Определение для неполной БНПГ было исключено, т.к. в исследовании анализировались только широкие комплексы с продолжительностью QRS <math>\geq 0,12</math> с</p>	

4. Отношение скорости начальной и конечной активации ( $V_i/V_t$ ), полученное путем измерения напряжения в милливольтах на ЭКГ по вертикали в течение первых 40 мс ( $V_i$ ) и терминальных 40 мс ( $V_t$ ) в би- или многофазном комплексе QRS любого отведения ЭКГ, в котором начало и конец комплекса ясно визуализировались, и начальная активация желудочка была самая быстрая. Если начальные или терминальные 40 мс QRS комплекса отображались и положительными и отрицательным отклонениями, сумма их абсолютных величин (без учета полярности) использовалась в качестве значений  $V_i$  и  $V_t$ .  $V_i / V_t > 1$  свидетельствовало о СВТ и  $V_i / V_t \leq 1$  означало ЖТ. Теоретическое объяснение данного критерия заключалось в более быстрой начальной активации перегородки и более медленном распространении импульса по миокарду желудочек при СВТ, за счет нарушения внутрижелудочковой проводимости. Таким образом, уширение комплекса начиналось с середины и до терминальной части QRS. При ЖТ, наоборот, уширение комплекса происходило за счет начальной части комплекса в связи с медленным распространением импульсов от мышц к мышце по мере

достижения системы Гиса-Пуркинье, после чего оставшаяся часть желудочковой мышцы активировалось быстрее. Таким образом, что степень нарастания амплитуды QRS в течение заданного периода времени была прямо пропорциональна скорости распространения импульса в желудочках.

Выявление критериев ЖТ на любой из ступени алгоритма, было причиной прекращения дальнейшего его применения.

С целью проверки разработанного алгоритма, были проанализированы 453 регулярных ТШК (331 ЖТ, 105 СВТ, 17 тахикардий с предвозбуждением), верифицированных электрофизиологически. К ТШК относили тахикардии с ЧСЖ 100 в 1 мин,  $QRS \geq 120$  мс.

$Vi/Vt > 1$  наблюдался в 22/25 (88%) записей с БЛНПГ, в 55/56 (98%) записей с БПНПГ и 27/30 (90%) при неспецифической внутрижелудочковой блокаде.

Алгоритм, также, как и предыдущие морфологические критерии, не мог надежно отличить ЖТ и тахикардии с предвозбуждением и, таким образом, окончательный диагноз ЖТ в третьем и четвертом этапе алгоритма включал оба диагноза.

Среди всех ЭКГ,  $Vi/Vt$  не мог быть применен в 16/453 (3,5%) случаях, либо потому что би- или многофазный QRS не был обнаружен ни в одном из 12 отведений ЭКГ, либо при некоторых ТШК с высокой ЧСЖ, когда начало или конец комплекса QRS невозможно различить. Таким образом, применение одного этого критерия в 437 случаях позволяло правильно диагностировать 359 из 437 ТШК (82,2%), что похоже на результаты, полученные при использовании всех четырех ступеней алгоритма Brugada (84,8%) и ниже, чем поэтапное применение всех критериев нового алгоритма (90,3%). Примечательно, что все 16 ТШК, в которых  $Vi/Vt$  критерий не мог быть применен, были ЖТ. Авторы предположили, что сам факт невозможности применения критерия  $Vi/Vt$  мог означать, что в основе механизма ТШК лежит ЖТ, что требует подтверждения.

Ограничением нового алгоритма была невозможность распознать

определенные формы ТШК: ЖТ с механизмом re-entry в системе Гиса-Пуркинье, фасцикулярные ЖТ и СВТ с участием ДПП, имеющие типичную форму БНПГ, неотличимые от СВТ с функциональной аберрацией или исходной БНПГ, за исключением случаев наличия АВ диссоциации. Тем не менее, авторы сочли, что наличие критерия R в AVR, возможно, исключает тахикардии с предвозбуждением (не отмечался ни у одного из 17 пациентов) в связи с тем, что активация желудочков осуществляется ДПП, идущими от основания к верхушке сердца, формируя отрицательный комплекс QRS в отведении AVR.

Как и большинство исследователей, авторы считали целесообразным рассматривать и лечить устойчивые, регулярные ТШК как ЖТ, если диагноз СВТ не мог быть точно установлен, в связи с потенциально катастрофическими последствиями лечения ЖТ как СВТ [103,120,130].

### **1.5.10 Алгоритм Vereckeи A., 2008**

В 2008 г. Vereckeи A., Duray G. [59] еще больше упростили алгоритм, предложенный в 2007 г., исключив сложные морфологическими критерии. Новый алгоритм основывался только на анализе отведения AVR, в котором последовательно анализировались следующие критерии, предполагающие ЖТ:

1. Наличие начальной R волны.
2. Ширина начальной г или q волны  $> 40$  мс.
3. Зазубрина на начальной нисходящей части преимущественно негативного QRS комплекса.
4. Соотношение  $Vi/Vt$ , записанные во время начальных( $Vi$ ) и терминальных ( $Vt$ ) 40 мс комплекса QRS.

Если выявлялся какой-либо из критериев с 1 по 3, то ставился диагноз ЖТ и дальнейший анализ прекращался. На 4-ом этапе  $Vi/Vt > 1$  предполагал СВТ и

$Vi/Vt < 1$  предполагал ЖТ.

AVR алгоритм, также как и предыдущий алгоритм Vereckey, 2007 и алгоритм Brugada, и традиционные морфологические критерии, не мог достоверно дифференцировать ЖТ от тахикардий с предвозбуждением. Одним возможным исключением могло быть присутствие начальной R волны в AVR, что требует дальнейшего подтверждения (ни одна из 20 тахикардий с предвозбуждением, включенных в исследование, не имела начальную R волну в отведении AVR). Возможным объяснением могло быть то, что во время СВТ с БНПГ быстрая активация МЖП и последующий основной фронт волны возбуждения направлен от отведения AVR, что приводит к отрицательному QRS комплексу в отведении AVR. Исключением является наличие нижнего инфаркта миокарда. Начальная R волна (rS комплекс) может присутствовать в отведении во время нормального синусового ритма или СВТ из-за потери начальных вниз направленных сил. rS комплекс также может присутствовать в качестве обычного варианта в отведении AVR, но с  $R/S < 1$ . С учетом этих соображений, первоначальный преобладающий зубец R не должен присутствовать при СВТ с БНПГ [131,132]. Поскольку начальный доминирующий R в AVR не может быть при СВТ, ее наличие говорит о ЖТ, обычно возникающей из нижней или апикальной области желудочков. По этой причине отведение AVR более полезно, чем другие. Verecke A., Duray G. предположили также, что AVR более чувствительно, чем другие отведения для определения локализации ЖТ, происходящей из других мест, помимо нижней или верхушечной стенки желудочков, но не показывающих начальный R в AVR.

Авторы предположили, что такие ЖТ (за исключением ЖТ из наиболее базальных отделов МЖП или свободной стенки) должны давать медленный начальный восходящий вектор, направленный в сторону AVR (отсутствует при СВТ), даже если главный вектор в этих отведениях направлен вниз, формируя полностью или преимущественно отрицательные QRS в отведении AVR.

Несмотря на ряд достоинств, оставались и некоторые ограничения алгоритма AVR связанны с условиями, которые могут повлиять на критерий  $Vi/Vt$ . Это

передне-перегородочный ИМ, рубцовые изменения, фасцикулярная ЖТ, и ЖТ, локализующаяся рядом с системой Гиса-Пуркинье. Другим ограничением является относительно небольшое включение в исследование случаев ЖТ при отсутствии структурной болезни сердца. Неспособность алгоритма AVR дифференцировать тахикардии с предвозбуждением от ЖТ (возможно, за исключением наличия исходной R волны в отведении AVR) также является лимитирующим фактором.

### **1.5.11 Алгоритм Jastrzebski M., Sasaki K., Kukla P. (оценка вероятности ЖТ)**

В 2015 г. Jastrzebski M., Sasaki K., Kukla P. [3] предложили новый подход к электрокардиографической диагностике ЖТ – оценка вероятности ЖТ (VT score), основанный на балльной системе, в которой дифференцирование зависит от количества ЖТ-специфических критериев:

Начальная R волна в V1; начальный  $\tau > 40$  мс в V1/V2, зазубренная S в V1; начальный R в AVR, RWPT в отведении II  $\geq 50$  мс, отсутствие RS в V1-V6 и АВ диссоциация.

АВ диссоциации было присвоено два балла, а каждому из остальных по 1баллу.

Суммарная точность при сумме баллов  $\geq 1$  для диагностики VT (83%) была выше, чем у алгоритма AVR (72%,  $p = 0,001$ ), а также алгоритмы Бругада (81%).

Сумма баллов  $\geq 3$  присутствовала в 66% ЖТ и была более точной (99,6%), чем любой другой алгоритм /критерий для диагностики ЖТ.

Сумма баллов  $\geq 4$  присутствовала в 33% ЖТ и была 100% специфична для ЖТ.

Таким образом, по данным авторов, новый метод обеспечивал правильный диагноз ЖТ у большинства пациентов и превосходил по точности другие методы

ЭКГ.

Особенностью данного исследования стало то, что:

- диагностика ЖТ была основана на балльной системе, в которой ЭКГ дифференцируются в зависимости от количества специфических критериев ЖТ;
- предложенная классификация предоставляет информацию о «силе» диагноза, когда высокий балл приводит к почти определенному диагнозу ЖТ и низкие баллы идентифицируют неоднозначные /недиагностируемые ЭКГ.

## **1.6. Ограничения критериев дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS**

Множество алгоритмов и критериев дифференциальной диагностики, частые противоречивые результаты при их использовании, сложность идентификации критериев и высокая степень субъективности оценки ведут к низкой востребованности и распространенности алгоритмов и критериев. Основные ограничения существующих методов ЭКГ дифференциальной диагностики, приводящие к частым ошибочным результатам, можно условно разделить на 4 группы:

1. Ограничения, связанные с различиями исследуемых выборок (включение или исключение из исследования пациентов принимающих ААТ, с рубцовыми и фиброзными изменениями миокарда, органическими блокадами ножек пучка Гиса, имеющих тахикардии с предвозбуждением желудочек, идиопатические ЖТ), которые являются одной из основных причин низкой воспроизводимости результатов диагностической значимости критериев/алгоритмов в оригинальных исследованиях.
2. Ограничения, непосредственно связанные с работой критериев и алгоритмов:
  - a) Ограничения для определенных видов нарушений ритма: ЖТ с механизмом ге-

entry по ножкам пучка Гиса, фасцикулярные ЖТ, близкое расположение круга генерации к системе Гиса-Пуркинье, СВТ при ДПП, антидромные АВ тахикардии.

б) Наличие исходных изменений миокарда (локальные изменения миокарда, изменяющие значения  $V_i$  или  $V_t$  (например, снижение  $V_i$  без снижения  $V_t$  при СВТ и переднеперегородочном ИМ может приводить к ошибочному диагнозу ЖТ); рубцовые изменения в области поздней активации желудочеков, приводящие к снижению  $V_t$ , что может приводить к ошибочному диагнозу СВТ.

в) Сложности использования некоторых критериев/алгоритмов: противоречивые результаты анализа морфологий комплексов в различных отведениях ( $V_1$  и  $V_6$ ), которые предполагают разные диагнозы; отсутствие четких амплитудно-временных характеристик морфологических критериев, невозможность их использования в некоторых случаях из-за очень низкой амплитуды и мультифазности комплексов QRS.

3. Ограничения, связанные с субъективной оценкой: различная интерпретация результатов, обусловленная различным опытом специалистов, ограничение точности измерения интервалов на бумаге со скоростью 25 мм/с, произвольный выбор отведения для измерения некоторых критериев (например,  $V_i/V_t$  критерия, ширины QRS), вероятность ошибки при определении начала и конца QRS комплекса, особенно при тахикардии с короткими RR интервалами).

4. Трудоемкость использования критериев и алгоритмов, снижение дифференциальных возможностей алгоритма за счет неудовлетворительной работы его отдельных критериев; отсутствие единого высокоточного алгоритма, отсутствие автоматического анализа аритмий с широкими QRS.

Для практического использования в настоящее время Всероссийским научным обществом аритмологов рекомендован алгоритм дифференциальной диагностики ЖТ и СВТ с широкими комплексами QRS, предложенный впервые в 2003 г. Американским кардиологическим колледжем, Американской ассоциацией сердца и Европейским обществом кардиологов, и слегка модифицированный к

2013 г. [133]. Он включает комплексную оценку клинических данных, медикаментозных проб, оценку регулярности ритма, АВ проведения, морфологических критериев [134]. Однако, с учетом того, что алгоритм базируется на разработанных ранее диагностических критериях, предполагается наличие тех же ограничений при его использовании. Отсутствие исследований с использованием данного алгоритма не позволяет говорить о его точности.

Таким образом, проблема дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS все еще остается до конца не решенной, что еще раз подчеркивает актуальность выбранной темы.

## ГЛАВА 2. Материалы и методы исследования

### 2.1 Общая характеристика пациентов и дизайн исследования

В данной работе проводился ретроспективный анализ аритмий с широкими комплексами QRS с 2015 по 2018 год у пациентов, проходящих стационарное или амбулаторное лечение по поводу нарушений ритма в ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России.

В исследовании принимали участие 159 пациентов (86 мужчин и 73 женщины) в возрасте от 10 до 85 лет (средний возраст 44,5 лет) с одиночными преждевременными широкими эктопическими комплексами QRS, зарегистрированными во время синусового ритма с помощью 12-канальных ХМ. Широкие эктопические комплексы были представлены желудочковыми или суправентрикулярными комплексами с aberrантным проведением по типу БЛНПГ или БПНПГ с продолжительностью QRS от 120 мс до 230 мс. Верификация диагноза осуществлялась с помощью эндоЭФИ, ЧПЭКГ и по достоверным ЭКГ критериям:

- четко визуализирующиеся зубцы Р перед широкими QRS, проводящиеся на желудочки, характерные для aberrантных комплексов; или
- синусовые зубцы Р, следующие непосредственно за широкими QRS, обусловленные отсутствием разрядки синусового узла, характерные для желудочковых комплексов, или
- ретроградные зубцы Р, характерные для желудочковых комплексов.

В нашем исследовании не производилось разделения пациентов на группы в зависимости от клинических данных и структурной патологии сердца. Это было сделано целенаправленно, так как зачастую при интерпретации ЭКГ или ХМ врач не имеет возможности оценить данные ЭХОКГ, клиническую картину, собрать

анамнез. Таким образом, говорить о наличии у пациента той или иной сердечной патологии можно только опираясь на данные записи электрической активности сердца, в соответствии с имеющимися рекомендациями. Создание единого алгоритма, не зависящего от сопутствующей соматической или сердечной патологии, положения сердца в грудной клетке, позволит избежать ошибок, связанных с некорректной ЭКГ диагностикой заболеваний сердца.

#### Критерии исключения:

- невозможность верификации диагноза (противопоказания к эндоЭФИ, ЧПЭКГ, отсутствие четко визуализирующихся зубцов Р);
- пациенты с ЭКГ критериями исходной полной внутрижелудочковой блокады, признаками предвозбуждения желудочков, постоянной формой ФП.

Наличие другой сердечной патологии (ИБС, перенесенный ИМ, рубцовые изменения ЭКГ, ГЛЖ, пароксизмальные нарушения ритма, кардиомиопатии, миокардиты), сопутствующих хронических соматических заболеваний, не являющихся противопоказаниями к выполнению верификационных методик, прием ААТ – не являлись критериями исключения.

## **2.2 Холтеровское мониторирование**

Проводился ретроспективный анализ записей суточных и многосуточных ХМ с частотой дискретизации – 257 ГЦ. Отбор широких комплексов осуществлялся в программе ХМ во время синусового ритма случайным образом с учетом положения тела (лежа на правом и левом боку, на спине, стоя, во время физической нагрузки) в различные промежутки времени (утро, день, вечер, ночь). Для обеих групп врачом функциональной диагностики проводилась проверка точности распознавания программой границ комплексов, подсчет их количества, разделение на классы (ЖЭК, суправентрикулярные комплексы с aberrантным проведением по типу БПНПГ и ЛНПГ).

## 2.3 ЭКГ с использованием чреспищеводных отведений

С целью верификации пациентам с неуточненным диагнозом после подписания информированного согласия выполнялась запись ЧПЭКГ с использованием чреспищеводного электрода ПЭДСП-2 (длина электрода – 760+/-10 мм; длина неподвижной части – 500 мм; количество контактов – 2; наружный диаметр провода по изоляции – 1,5 мм; диаметр контактов – 4,5 мм; расстояние между контактами – 10 мм).

Противопоказаниями к выполнению ЧПЭКГ являлись следующие патологии:

- заболевания пищевода (опухоли, стриктуры, дивертикулы, эзофагиты, варикозное расширение вен пищевода и др.);
- стенокардия III-IVФК;
- АВ блокада II-IIIст.;
- застойная сердечная недостаточность IIb-III стадии;
- электрическая нестабильность миокарда (вызванная острым ИМ, нестабильной стенокардией в течение 4х недель с момента их возникновения);
- вазоспастическая стенокардия в период ухудшения;
- аневризма аорты и синуса Вальсальвы, аневризма желудочков;
- внутрисердечные тромбы, протезы сердечных клапанов;
- тяжелое течение ХОБЛ, бронхиальная астма;
- гипертонический криз, ОНМК;
- острые инфекционные заболевания;
- ФП на момент обследования.

Введение электрода производилось в положении пациента лежа на спине или полусидя в правый или левый носовой ход на глубину 35–45 см от кончика носа. Контакты располагались напротив левого предсердия, на расстоянии 1,5–2 см друг от друга. Контроль положения электрода осуществлялся по форме чреспищеводного зубца Р. Запись производилась в течение времени, необходимого для регистрации искомых нарушений ритма.

## 2.4 Инвазивное эндоЭФИ

Инвазивное эндоЭФИ выполнялось пациентам с ЖНР с показаниями к радиочастотной аблации в ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова». Критерием достоверности диагноза являлась эффективная аблация, результатом которой было купирование аритмий. Ретроспективный анализ производился по записям в электронной базе данных.

Все пациенты были разделены на 2 группы.

Первая группа – исследовательская, включающая 100 пациентов (61 мужчин и 39 женщин в возрасте от 10 до 85 лет) у которых суммарно было зарегистрировано 14306 преждевременных одиночных широких комплексов QRS. Из них 77% (11028) составили желудочковые и 23% (3278) – аберрантные комплексы, представленные 145 различными формами QRS (в среднем по 98 комплексов для каждой формы).

Вторая группа – контрольная, включающая 59 пациентов (25 мужчин и 34 женщины в возрасте от 14 до 85 лет) для которых было зарегистрировано 720 внеочередных широких комплексов QRS. Из них 467 (65%) желудочковых и 253 (35%) аберрантных комплексов, представленных 86 формами QRS (в среднем по 8 комплексов для каждой формы).

Для всех пациентов было выполнено ХМ и один (или несколько) верифицирующих методов исследования. В исследовательской группе производилась стандартизация анализируемых данных с помощью критериев Миннесотского кода, их автоматическое кодирование. Для контрольной группы производилась только проверка полученных результатов.

На Рис. 1 представлен дизайн исследования.

## Дизайн исследования

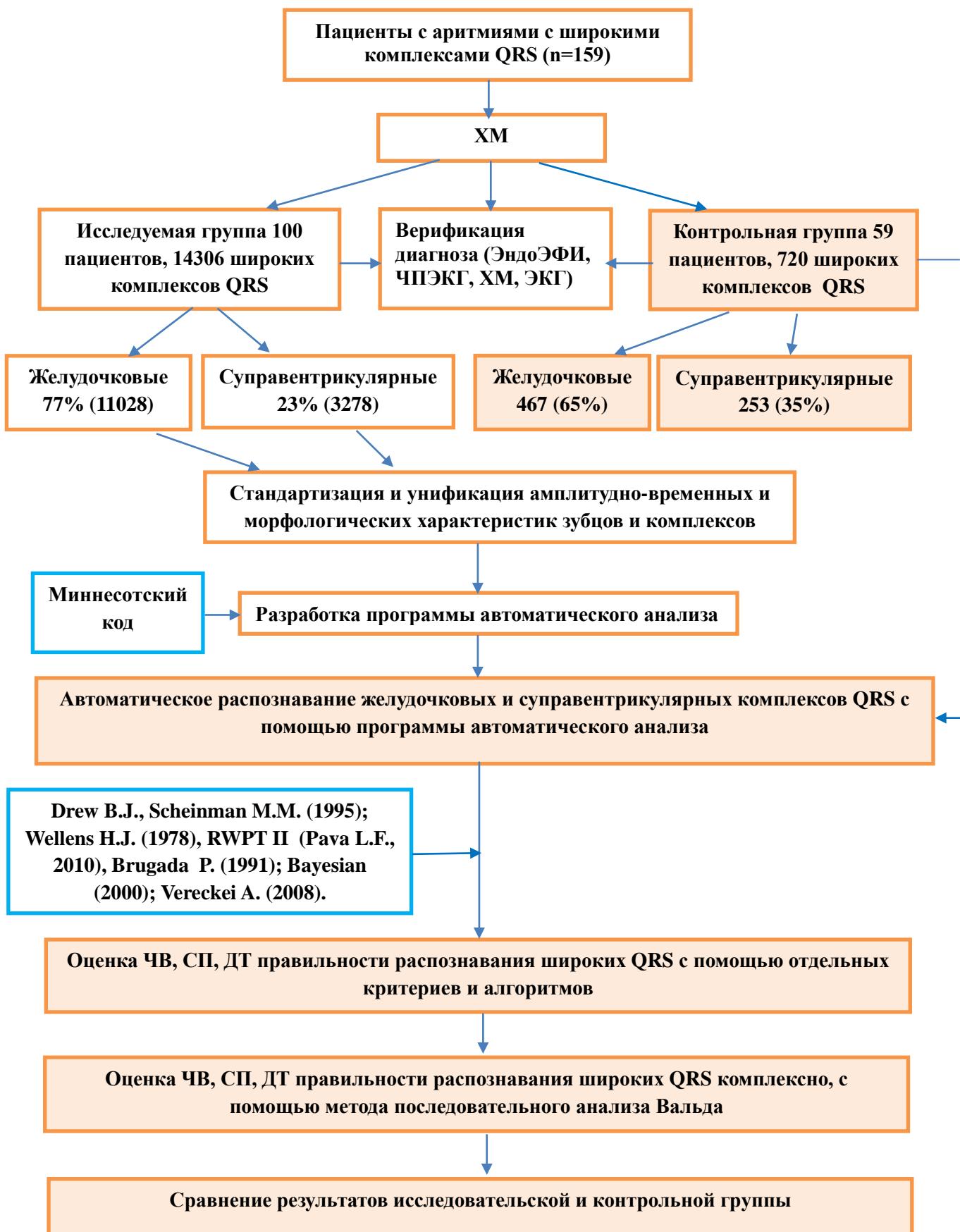


Рис. 1 – Дизайн исследования.

## 2.5 Стандартизация и унификация анализируемых данных с помощью критериев Миннесотского кода и автоматическое кодирование их в программе XM

Критерии Миннесотского кода [135] использовались для стандартизации амплитудных и временных показателей зубцов, определения формы комплексов и типа БНПГ для желудочковых и суправентрикулярных аритмий. Были присвоены единые характеристики для зубцов  $r$ ,  $R$ ,  $q$ ,  $Q$ ,  $s$ ,  $S$ ,  $r'$ ,  $R'$ , в соответствии с которыми производилось определение форм комплексов:  $r$ ,  $R$ ,  $qs$ ,  $QS$ ,  $qS$ ,  $Qs$ ,  $QS$ ,  $rs$ ,  $rS$ ,  $Rs$ ,  $RS$ ,  $rr'$ ,  $rR'$ ,  $RR'$ ,  $qr$ ,  $qR$ ,  $Qr$ ,  $QR$ ,  $qrs$ ,  $qrsr'$ ,  $rsr$ ,  $rSr'$ , где буква без надстрочной запятой ( $x/X$ ) – начальный зубец, а буква с надстрочной запятой ( $x'/X'$ ) – второй аналогичный. Обозначения  $Rr'$  или  $rR'$ ,  $RR'$ ,  $rr'$  использовались для комплексов  $R(r)$  с двумя вершинами без зубца  $S$  ( $s$ ). Данные буквенные характеристики были закодированы в программе XM (KT Result3, ЗАО «ИНКАРТ», РФ) для их автоматического распознавания. Согласно Миннесотскому коду отдельно выделялось такое понятие, как зазубрина – внезапное кратковременное изменение направления основного отклонения в любой части QRS комплекса, характеризующееся следующими признаками:

- формирует угол  $< 90^\circ$ ;
- имеет любую высоту, длительность, направление;
- не пересекает изолинии;
- должна присутствовать в большинстве комплексов в отведении;
- маленький начальный зубец  $r$  или  $q$  не рассматриваются как зазубрина.

Ниже представлены наиболее распространенные формы комплексов (Рис. 2):

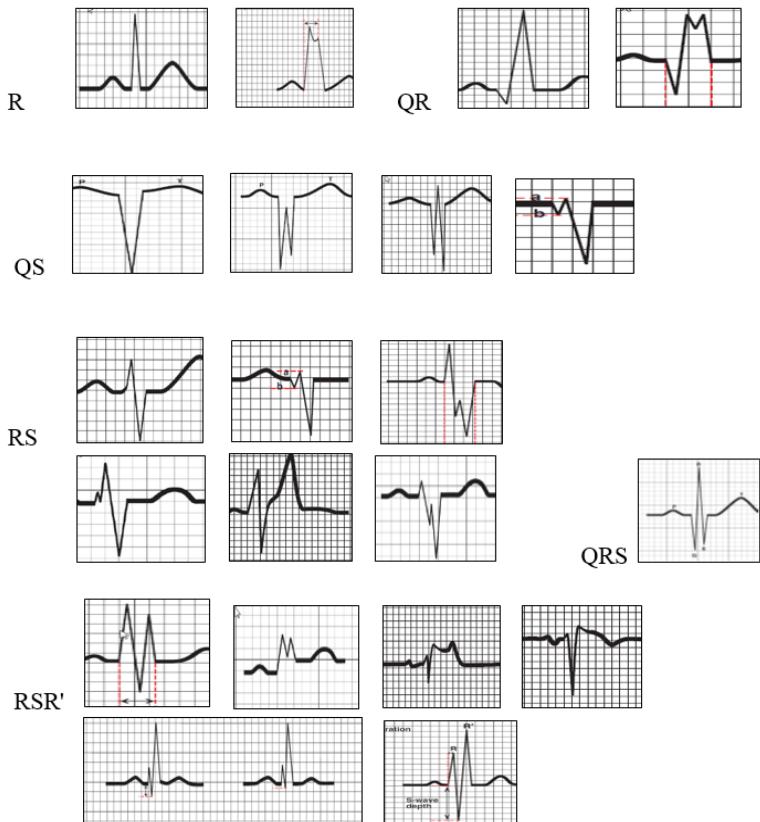


Рис. 2 - Варианты форм комплексов QRS.

Амплитуда зубцов определялась как расстояние (перпендикулярно) от изолинии до вершины (пика (р) зубца в мкВ): Rp, Qp, Sp, QSp, R'p.

Начало и окончание зубцов и комплексов определялось как точки отклонения и пересечения с изолинией. Продолжительность зубцов измерялась от начала до окончания каждого отдельного зубца Q, R, S, R' (Q duration, Ri duration, Rt duration, S duration, R' duration, QS duration), продолжительность комплексов – от начала первого зубца целого комплекса до окончания последнего (QRS duration, QS duration, QR duration, QR' duration, RS duration, RR' duration, при любой амплитуде комплексов).

Согласно Миннесотскому коду критериями БЛНПГ считались: продолжительность QRS > 0,12 мс, расстояние от начала комплекса до пика зубца R (Rp duration) ≥ 0,06 с, как минимум, в одном из отведений: V5, V6, I, II, AVL.

Для установки диагноза БПНПГ должна была присутствовать одна из следующих комбинаций:

- $QRS > 0,12\text{ms} + R' > R$  в отведении V1; или
- QRS имеет положительную направленность ( $Rp+Rp' > |Qp+Sp|$ ) + Rp duration  $\geq 0,06$  с в большинстве сокращений V1 или V2; или
- S duration  $>$  R duration во всех сокращениях отведений I или II.

Помимо этого, были установлены амплитудные критерии больших и малых зубцов, согласно данным Sandler I.A. и Marriott H.J. от 1965 г. [87]. Большими буквами считались те, которые имели амплитуду  $\geq 500$  мкВ (R, Q, S, QS, R') и малыми те, которые имели амплитуду  $< 500$  мкВ (r, q, s, qs, r').

Также определялись характеристики ВВО (время от начала зубца до его максимальной амплитуды (пика), с последующей кодировкой для автоматического измерения:

- Rp duration – время от начала зубца R до его максимальной амплитуды
- Sp duration – время от начала зубца S до его максимальной амплитуды
- Qp duration – время от начала зубца Q до его максимальной амплитуды
- R'p duration – время от начала зубца R' до его максимальной амплитуды
- QSp duration – время от начала зубца QS до его максимальной амплитуды
- RSp duration – время от начала зубца R до максимальной амплитуды S
- QRp duration – время от начала зубца Q до максимальной амплитуды R

Кроме того, были заданы параметры для автоматического расчёта угла альфа (для определения отклонения ЭОС) и индекса медленного проведения =  $Vt_{40}/Vt_{40}$ , которые измерялись в би- и мультифазных комплексах, где  $Vt_{40}$  – вольтаж (по модулю) зубца через 40 мс от его начала  $Vt_{40}$  – вольтаж (по модулю) зубца за 40 мс до его окончания.

Для врачебного и автоматического анализа использовались отведения: I, II, AVL, AVR, AVF. V1, V2, V5, V6. После стандартизации и унификации параметров зубцов и комплексов было произведено их внедрение в программу XM. На основании полученных данных было разработано программное обеспечение для

автоматического анализа в программе XM (KT Result3, ЗАО «ИНКАРТ», РФ).

Исследуемые комплексы отбирались в подгруппы, для каждого комплекса производилось переименование в соответствии с диагнозом и корректировка границ (Рис. 3), проверка правильности определения зубцов и формы комплексов, измерения их амплитудных и временных характеристик (Рис. 4), распознавания формы БНПГ. Также проводилась проверка правильности применения морфологических критериев дифференциальной диагностики, в том числе, входящих в состав используемых алгоритмов.

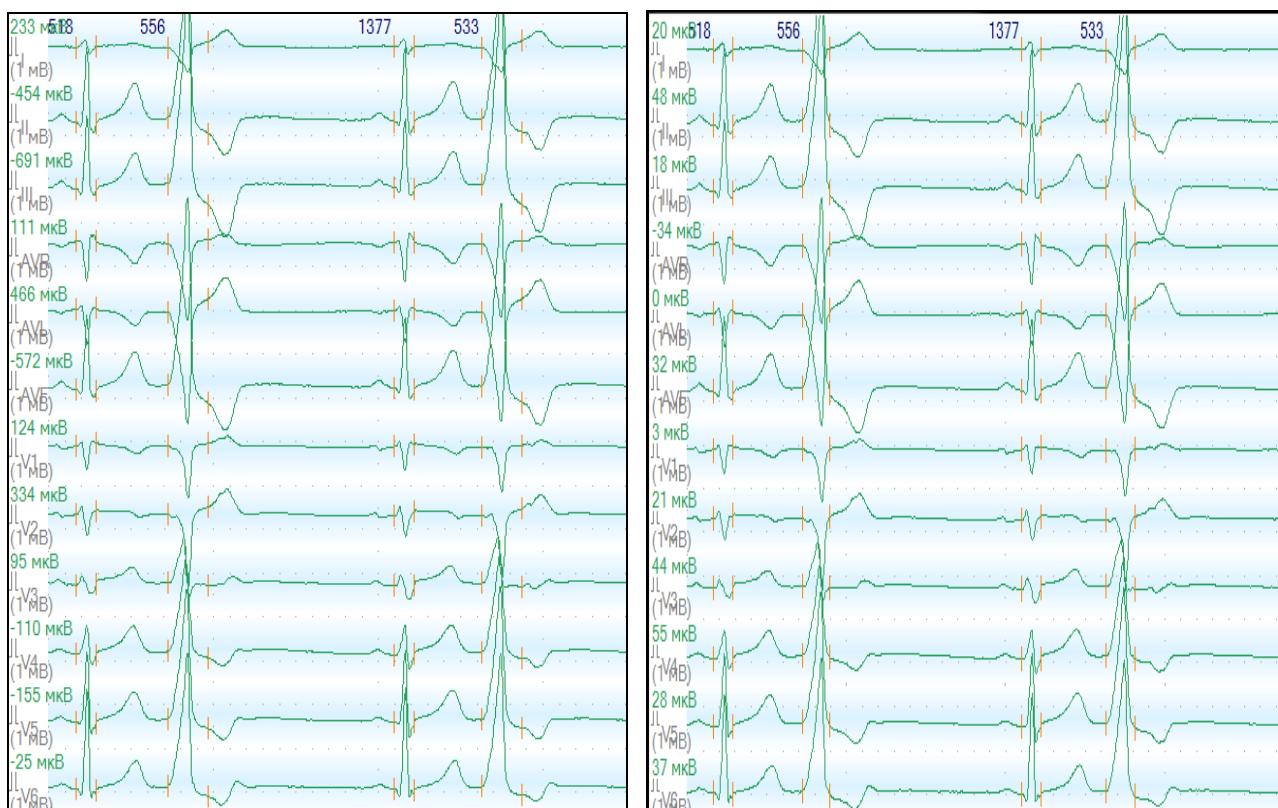


Рис. 3 – Пример коррекции границ широких комплексов QRS. А. Неправильно определенные границы. В. Правильно расставленные границы широких комплексов после врачебной коррекции.

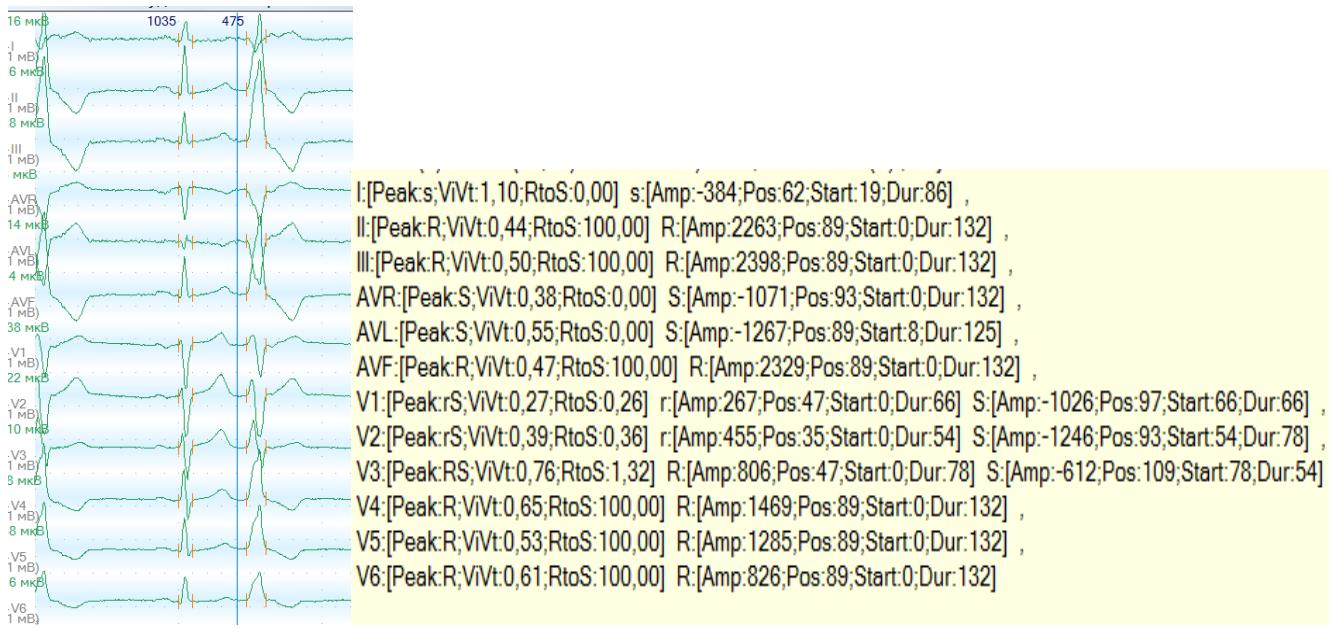


Рис. 4 – Пример правильно определенных зубцов и комплексов QRS программой автоматического анализа. А. Пример широкого комплекса QRS В. Результаты автоматического анализа выбранного комплекса во всех отведениях. В скобках указаны амплитудные и временные характеристики. Форма комплексов QRS во всех отведениях распознана правильно: s в отведении I (Peak s), R в отведении II (Peak R), R в отведении III (Peak R), S в отведении AVR (Peak S), S в отведении AVL (Peak S), R в отведении AVF (Peak R), rS в отведении V1 (Peak rS), rS в отведении V2 (Peak rS), RS в отведении V3 (Peak RS), R в отведении V4 (Peak R), R в отведении V5 (Peak R), R в отведении V6 (Peak R).

Далее название подгруппы прописывалось в программе автоматического анализа для обеспечения селективности обработки данных. На Рис. 5 представлена схема распределения анализируемых комплексов в подгруппу V1. Комpleксы, не вошедшие в группу V1, не подлежат анализу и игнорируются программой при обработке данных.

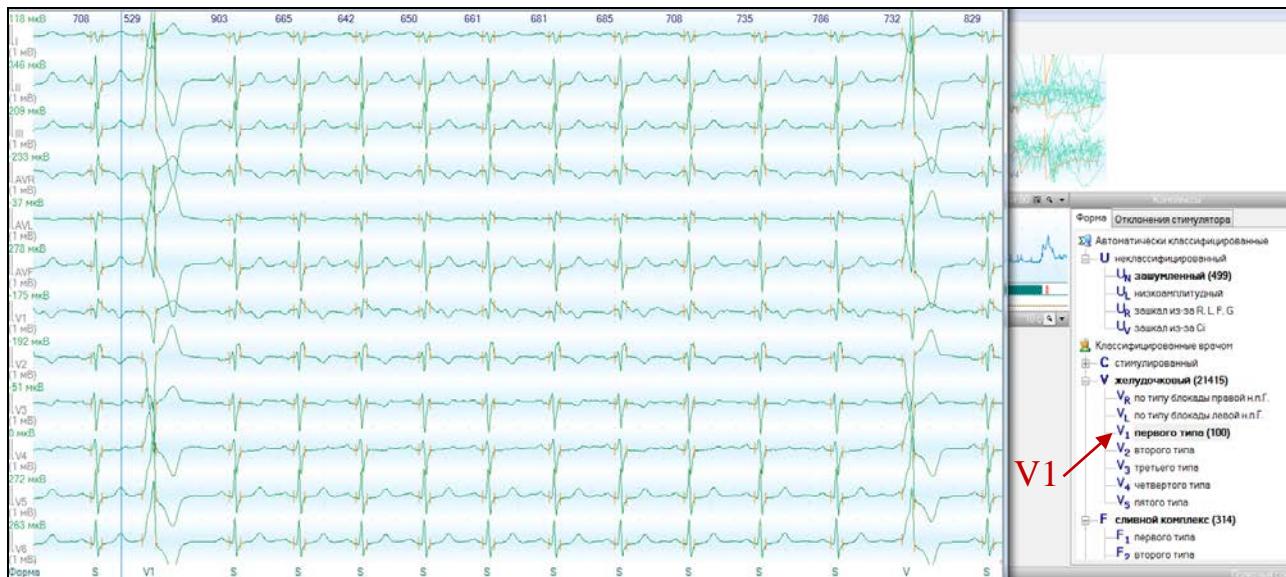


Рис. 5 – Распределение исследуемых комплексов в подгруппы в зависимости от типа. Красной стрелкой указана подгруппа анализируемых желудочковых комплексов V1.

## 2.6 Используемые критерии и алгоритмы

Для распознавания широких комплексов QRS были отобраны наиболее известные морфологические критерии и алгоритмы, которые, по данным предыдущих исследований, обладали высокой диагностической значимостью и, в целом, характеризовались большей разнообразностью. Среди них использовались следующие:

Морфологические критерии ЖТ по Wellens H.J. Желудочковое происхождение аритмий предполагается, если:

1. QRS duration > 0,14 + БПНПГ
2. QRS duration > 0,16 +БЛНПГ
3.  $\alpha$  (от  $-30^\circ$  до  $-90^\circ$ ) + БПНПГ
4.  $\alpha$  (от  $+90^\circ$  до  $+180^\circ$ ) + БЛНПГ
5.  $\alpha$  (от  $-90^\circ$  до  $-180^\circ$ )

6.  $Rp+Rp' > |Qp+Sp|$  для каждого из отведений V1, V2, V3, V4, V5, V6 характерно для ЖА
7.  $Rp+Rp' < |Qp+Sp|$  для каждого из отведений V1, V2, V3, V4, V5, V6 характерно для ЖА
8. Морфологические критерии при форме комплекса по типу БПНПГ или ЛНПГ

Критерии при морфологии БПНПГ:

В отведение V1 наличие комплексов, имеющих морфологию: R, qR, Rs, QR, RSr', Rsr', Rr', rS, RS (где  $R/S < 1$ ) (т.е кроличье ухо с большим левым пиком) характерно для ЖА. Наличие в отведении V1 комплексов, имеющих морфологию: rSr', rsR', rsr, rSR', RSR', rR', Rs, RS,  $R/S > 1$  (т.е больший правый пик) характерно для СВА

В отведении V6 наличие комплексов rS, QS, RS, где  $R/S < 1$  характерно для ЖА

В отведении V6 наличие комплексов qRs, Rs, RS, где  $R/S > 1$  характерно для СВА

Критерии при морфологии БЛНПГ:

В отведениях V1, V2 наличие в отведении V1или V2: Ri duration (ri) > 30мс характерно для ЖА.

В отведениях V1, V2 наличие зазубрины на нисходящей части волны S (в течение времени Sp duration) характерно для ЖА.

В отведениях V1, V2: расстояние от начала комплекса (Q (q) или R(r)) до максимальной амплитуды зубца S (Sp) > 70мс характерно для ЖА.

В отведении V6 наличие любого зубца Q характерно для ЖА.

Морфологические критерии Drew B.J., Scheinman M.M., 1995 при форме комплекса по типу БПНПГ или ЛНПГ. Морфологические критерии ЖА или СВА при форме комплекса по типу БПНПГ:

1. в отведении V1 комплексы с высоким левым пиком: R, qR, Rs = ЖЭК;
2. в отведении V1: трехфазные комплексы (rsR', rR') = СВА;
3. в отведении V6: комплексы QS, rS, RS, где R/S < 1 = ЖЭК;
4. в отведении V6: трехфазные комплексы qRs, RS, R/S > 1 = СВА.

Морфологические критерии ЖА или СВА при форме комплекса по типу БЛНПГ:

1. в отведениях V1, V2: начальный зубец R  $\geq$  40 мс = ЖЭК;
2. в отведениях V1, V2 зазубрина на нисходящей части S волны = ЖЭК – этот критерий не учитывался
3. в отведениях V1, V2 время от начала QRS до максимального пика зубца S  $>$  60 мс = ЖЭК;
4. отсутствие любого из критериев: 14, 15, 16 предполагало СВА;
5. в отведении V6: QR, QS, монофазный R, где ВВО до 2-й вершины R  $\geq$  0,08 с = ЖЭК.

### **Критерии алгоритма Brugada P., 1991**

1. Отсутствие комплексов RS во всех грудных отведениях предполагало ЖЭК. Комплексы с QR, QRS, QS, R, или rSR морфологией не считались за RS комплексы.
2. Продолжительность интервала RS более 100 мс в любом из грудных отведений при наличии комплекса RS предполагало ЖЭК

Поиск АВ диссоциации не выполнялся, т.к. он не относился к морфологическим критериям. При отсутствии данных за ЖА на втором этапе сразу переходили к оценке морфологических критериев. В качестве морфологических использовались морфологические Drew B.J., Scheinman M.M., 1995 в отведениях V1, V2 и V6.

## **Критерий RWPT во II стандартном отведении (Pava L.F., 2010)**

Если время от начала комплекса до любого первого отклонения (положительного или отрицательного) во втором стандартном отведении было >50 мс, ставился диагноз ЖА

### **Диагностические критерии алгоритма Bayesian (2000)**

#### **Ширина комплекса QRS**

1. QRS duration  $\leq 0,14$  с, LR = 0,31
2. QRS duration  $> 0,14$  с и  $\leq 0,16$  с, LR = 0,46
3. QRS duration  $> 0,16$  с, LR = 22,86

#### **ЭОС**

4.  $\alpha$  (от  $-60^\circ$  до  $-90^\circ$ ) + БПНПГ, LR = 8,21
5.  $\alpha$  (от  $+120^\circ$  до  $\pm 180^\circ$ ) + БЛНПГ, LR = 3,93
6.  $\alpha$  (от  $-90^\circ$  до  $-180^\circ$ ), LR = 7,86
7. Отсутствие перечисленных критериев по отклонению ЭОС, LR = 0,47

#### **Морфология БПНПГ в отведении V1**

8. Более высокий левый пик, LR = 50
9. Бифазный Rs или qR, LR = 4,03
10. Трехфазный rsR', rR', LR = 0,21
11. Отсутствие перечисленных критериев, LR = 1,41

#### **Морфология блокады ЛНПГ в отведении V1, V2**

12. Начальный R(r)  $\geq 40$  мс.
13. Зазубрина на нисходящей части волны S (в течение времени Sp duration)
14. Расстояние от начала комплекса до максимальной амплитуды зубца S (Sp duration)  $> 60$  мс

При наличии любого из критериев: 12,13,14, LR = 50

15. Отсутствие перечисленных критериев, LR = 0,13

#### **Интервал ВВО в отведении V6**

16.  $\geq 0,08$  с, LR = 19,30
17.  $< 0,08$  с, LR = 0,46

## Морфология в отведении V6

- 18.Monoфазный QS, LR = 50
- 19.Бифазный rS, где  $r/S < 1$  при БПНПГ, LR = 50
- 20.Трехфазный qRs, где  $R/s > 1$  при БПНПГ, LR = 0,13
- 21.Отсутствие перечисленных критериев LR = 0,57

Произведение отношений правдоподобия  $> 1$  свидетельствует в пользу диагноза желудочкового комплекса, отношение правдоподобия  $< 1$  свидетельствует в пользу диагноза СВТ

Интервал ВВО рассчитывался как расстояние от начала комплекса до максимального пика зубца R или S. (Рис. 6).

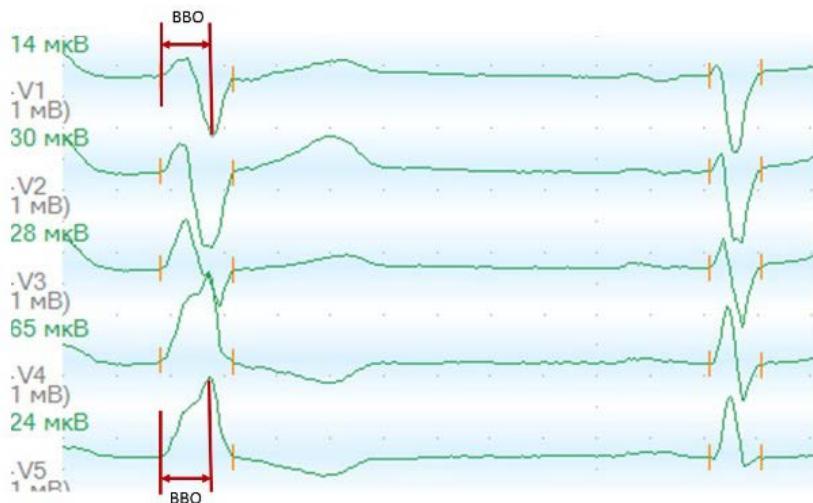


Рис. 6 – Пример измерения ВВО в отведениях V1 и V5.

В алгоритме Vereckei A., 2008, который основывался только на анализе отведения AVR, последовательно анализировались следующие критерии, предполагающие ЖТ:

1. Наличие начальной R волны (в RS или R комплексе, но не rS).
2. Ширина начальной г или q волны  $> 40$  мс.
3. Зазубрина на начальной нисходящей части преимущественно негативного QRS комплекса. То есть для комплексов, в которых  $Rp+Rp' < |Qp+Sp|$  и имелся зубец Q (q) или для комплексов QS (qs). Если в течение времени Qp duration (Q

TID) имелась зазубрина, значит это желудочковый комплекс, если нет – далее.

4. Соотношение  $V_i/V_t$  (индекс медленного проведения), во время начальных ( $V_i$ ) и терминальных ( $V_t$ ) 40 мс комплекса QRS (Рис. 7).

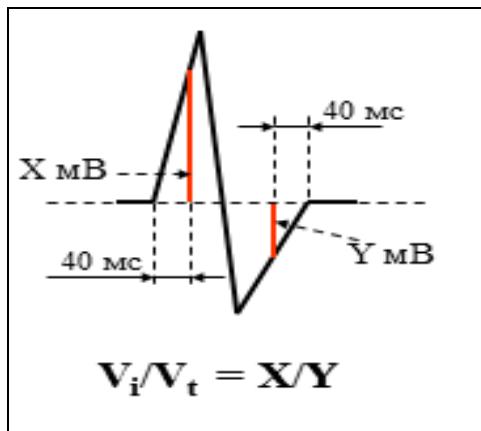


Рис. 7 – Индекс медленного проведения ( $V_i/V_t$ ) – расстояние в высоту в Мв в течение начальных ( $V_i$ ) и конечных ( $V_t$ ) 40 мс в би- и мультифазных комплексах.

Если выявлялся какой-либо из критериев с 1 по 3, то ставился диагноз ЖЭК и дальнейший анализ прекращался. На 4-ом этапе  $V_i/V_t > 1$  предполагал СВА и  $V_i/V_t < 1$  предполагал ЖА.

Для исследовательской группы производился автоматический анализ широких QRS, как с использованием отдельных вышеперечисленных критериев и алгоритмов, так и комплексно, с помощью метода последовательного анализа Вальда [136] в модификации, разработанной в ЗАО «ИНКАРТ». Оценивалась ЧВ, СП, ДТ и правильности распознавания желудочковых и суправентрикулярных аритмий для каждого из критериев/алгоритмов. Также автоматически рассчитывались показатели амплитуды и продолжительности зубцов, время внутреннего отклонения, отклонение ЭОС, тип нарушения внутрижелудочкового проведения для каждого исследуемого комплекса в 12 отведениях.

На основании полученных данных проводилось выявление лучших отдельных критериев/алгоритмов, а также анализировались результаты работы комплексного метода последовательного анализа Вальда.

Далее для группы контроля производилась проверка работы отдельных критериев/алгоритмов, комплексного анализа и анализа с помощью нейронных сетей, с последующим сравнением с результатами исследовательской группы.

## 2.7 Статистический анализ

Для суправентрикулярных и желудочковых комплексов исследовательской группы (обучающей выборки) были построены графики распределения каждого из использующихся критериев/алгоритмов дифференциальной диагностики (Рис. 8).

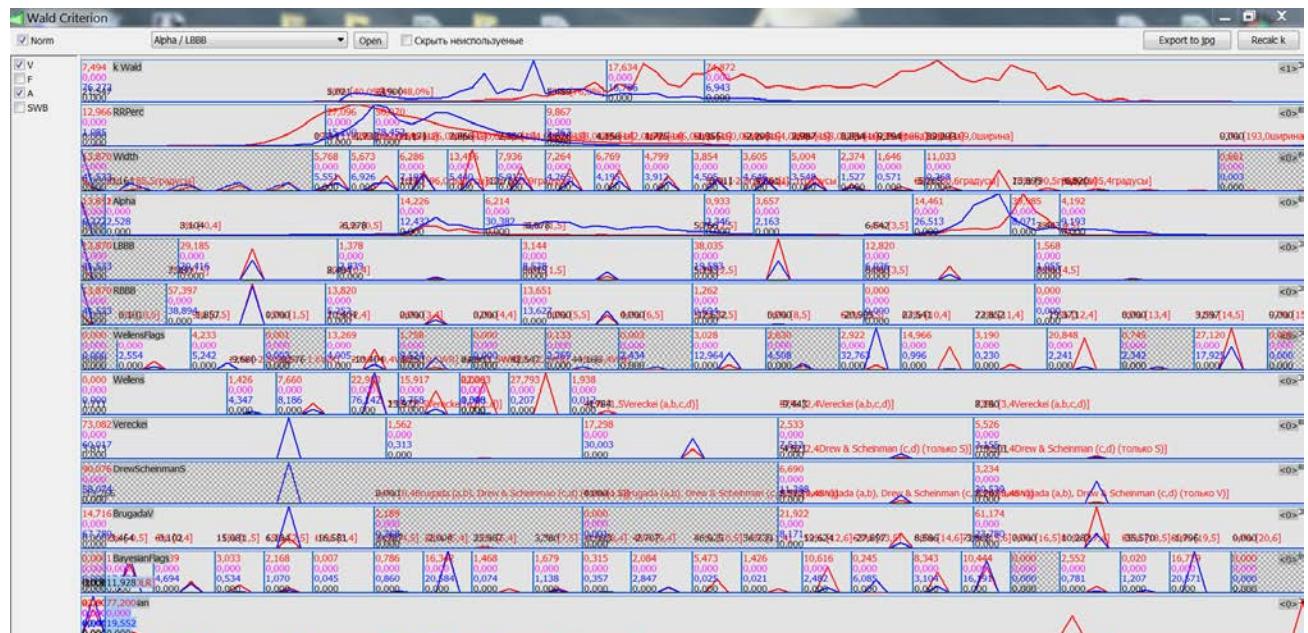


Рис. 8 – Графики распределения критериев/алгоритмов дифференциальной диагностики.

Графики разбивались на отдельные участки, для каждого из которых оценивался процент попадания 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 суммирования 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, т.о проводился анализ с помощью совокупности критериев/алгоритмов.

С помощью вышеописанного метода последовательного анализа Вальда [136] 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 ЧВ, СП, ДТ каждого из анализируемых критериев/алгоритмов по отдельности и комплексно. Также проводилось моделирование алгоритмов/критериев распознавания аритмий с широкими комплексами QRS с использованием нейронных сетей: линейный, однослойный персепtron, Sigmoid (52 входа, 2 выхода и один скрытый слой со 100 ячейками, Microsoft CNTK).

Алгоритм нейронной сети работал путем тестирования каждого возможного состояния входных данных или входных нейронов (в данном случае – критериев и алгоритмов дифференциальной диагностики) с каждым возможным состоянием прогнозируемых данных – выходных нейронов (распределение комплексов на желудочковые и аберрантные) и использовал обучающие данные для вычисления вероятностей каждого сочетания. Эти вероятности использовались для прогнозирования результатов. Схема простой нейросети представлена на Рис. 9.

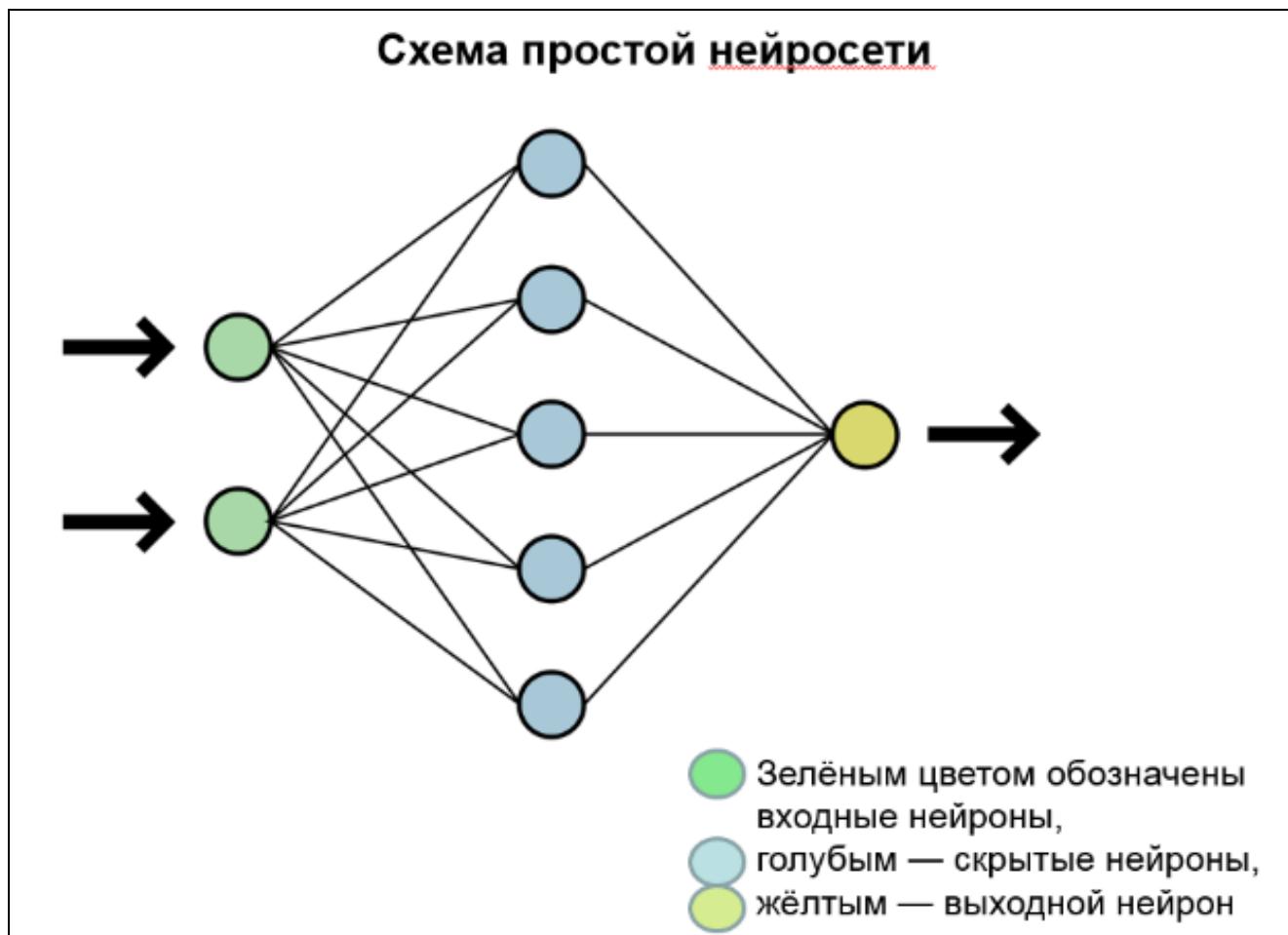


Рис. 9 – Схема простой нейросети.

Полученные результаты проверялись на контрольной группе и сравнивались с результатами верифицирующих методик, а также с результатами исследовательской группы.

## ГЛАВА 3. Результаты исследования

### 3.1 Результаты автоматического анализа в программе XM

Результаты автоматического анализа выводятся в программе XM под графиком ЭКГ и включают буквенное обозначение исследуемого комплекса в каждом из 12 отведений (Peak), значение угла альфа, тип БНПГ (RBBB – БНПГ, LBBB – БЛНПГ, ASBB – блокада передней ветви ЛНПГ, PSBB – блокада задней ветви ЛНПГ), а также закодированные величины амплитуды (Amp), продолжительности (Dur), времени внутреннего отклонения (Pos) для каждого зубца; соотношение индекса медленного проведения  $Vi/Vt$  и соотношение амплитуд зубцов R/S для каждого комплекса QRS во всех отведениях при наведении на него курсора. В верхней строке выводятся результаты анализа комплексов QRS с помощью отдельных морфологических критериев Drew B.J., Scheinman M.M. (1995); Wellens H.J. (1978), RWPT во II стандартном отведении (Pava L.F., 2010) и алгоритмов Brugada P. (1991); Bayesian (2000); Verecke A. (2008), а также с помощью комплексного метода последовательного анализа Вальда «Wald» и нейронных сетей «DNN».

При этом для некоторых алгоритмов выводятся результаты работы его отдельных критериев в закодированной форме, а для БНПГ указываются критерии, по которым осуществлялась автоматическая постановка диагноза. Так, например, найденные программой критерии кодируются цифрой «1», в то время, как отсутствующие – цифрой «0». Комплекс, распознавшийся, как суправентрикулярный, обозначается латинской буквой «S», а как желудочковый – латинской буквой «V». Для комплексного анализа и нейронных сетей, выводятся значения «Wald V» и «DNN V», что означает распознавание комплекса как желудочкового или «Wald A» и «DNN A» при распознавании комплекса как аберрантного.

Комплексный алгоритм последовательного анализа Вальда представляет из себя сумму коэффициентов Вальда для каждого из использовавшихся критериев/алгоритмов, которые отражают процент суправентрикулярных и желудочковых комплексов на каждом выделенных для анализа участков кривой распределения морфологических критериев. Количество выбранных участков отличается для каждого из использовавшихся критериев/алгоритмов, отделение их друг от друга осуществляется с помощью границ с заданными коэффициентами. Для критериев Wellens H.J. график делится на участки, коэффициенты границ которых равны -9,68; -0,58; -10,40; 4,25; 24,36; 42,55; 44,17. Для критериев Drew B.J., Scheinman M.M. (1995) график делится на участки, коэффициенты границ которых равны -4,62; -19,50. Для алгоритма Brugada P. (1991) график делится на участки, коэффициенты границ которых равны -13,27; 8,57; 8,20. Для алгоритма Bayesian (2000) график делится на участки, коэффициенты границ которых равны -10,95; 11,93. Для алгоритма Verecke A. (2008) (AVR) график делится на участки, коэффициенты границ которых равны 1,71; 13,97; -4,78; -9,44; 8,18

На Рис. 10 представлен пример автоматического анализа одиночного суправентрикулярного комплекса с aberrантным проведением по типу БПНПГ в программе XM.

Под графиком ЭКГ указаны амплитудно-временные характеристики комплекса во всех отведениях. Угол альфа данного комплекса составляет  $129,4^\circ$ , имеется БПНПГ по двум критериям (закодированы цифрой 1). Первый из них –  $QRS > 0,12 \text{ мс} + R' > R$  в отведении V1 и второй –  $S \text{ duration} > R \text{ duration}$  в отведениях I и II.

По результатам анализа с помощью критериев Drew B.J., Scheinman M.M. (1995), которые использовались в качестве морфологических для алгоритма Brugada P. (1991), и алгоритмов Verecke A. (2008), Bayesian (2000); комплекс был распознан как суправентрикулярный (S). Для алгоритма Bayesian (2000) в виде закодированной последовательности цифр «0» или «1» представлены критерии, произведение отношений правдоподобий которых составило 0,05. По результатам

комплексного анализа Вальда «Wald» и нейронных сетей «DNN» комплекс был также распознан как суправентрикулярный/аберрантный («Wald A» и «DNN A»).

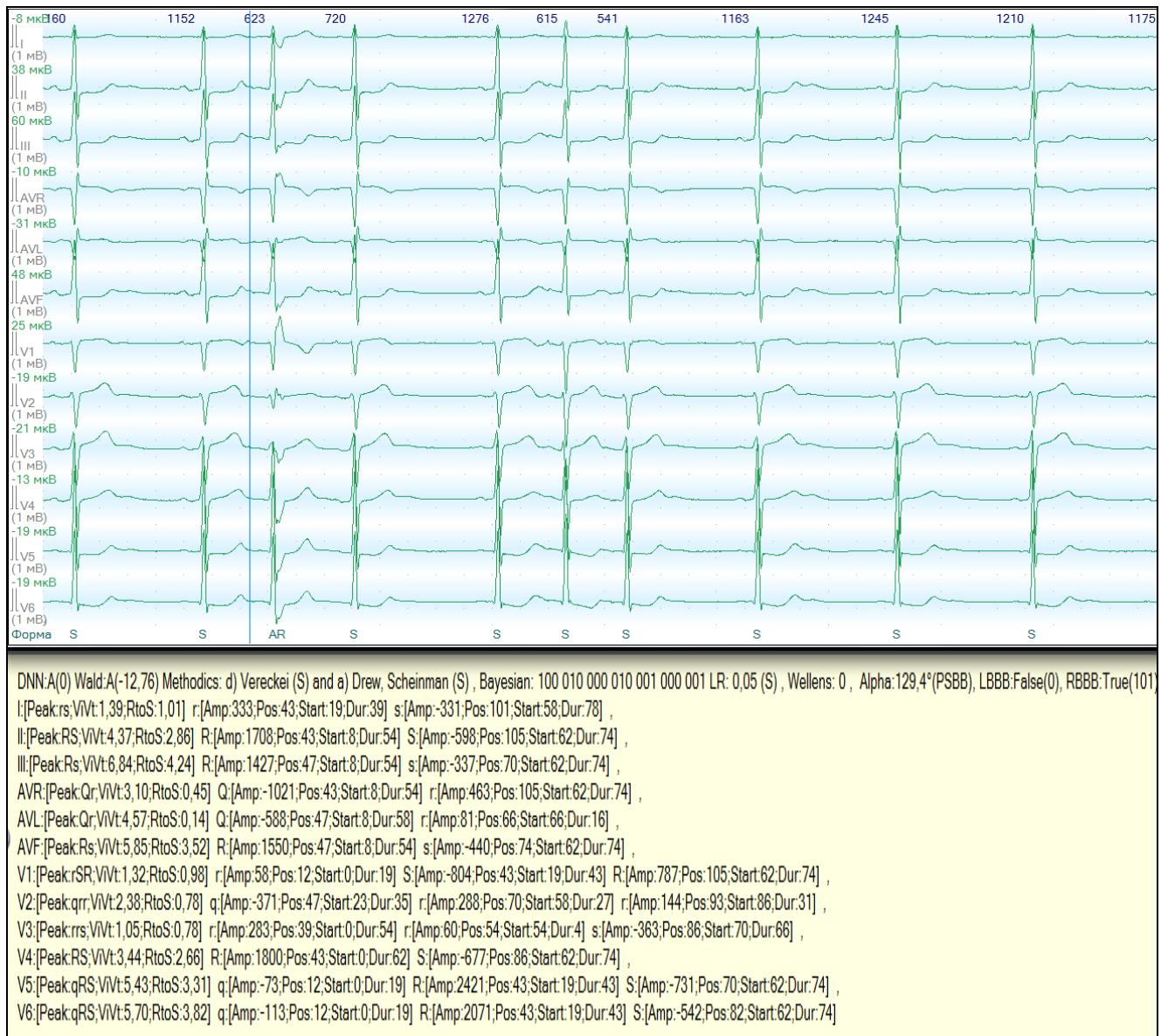


Рис. 10 – Фрагмент XM. Пример автоматического анализа одиночного суправентрикулярного комплекса с aberrантным проведением по типу БПНПГ в программе XM. Для анализируемого комплекса при наведении на него курсора (вертикальная синяя черта перед широким комплексом) под экраном ЭКГ выводятся его качественные и количественные характеристики.

Верификация нарушений ритма для данного пациента было произведена путем записи ЧПЭКГ (Рис. 11).



Рис. 11 – ЧПЭКГ. Красной стрелкой обозначен чреспищеводный зубец Р перед аберрантным комплексом.

В ходе подготовки данных к расчету было выявлено важное влияние точного определения границ комплекса на результаты анализа. Это связано с тем, что многие критерии, в том числе, входящие в состав алгоритмов, зависят от продолжительности отдельных интервалов и комплекса QRS в целом. Поэтому смещение границ может приводить к неправильному определению критериев. Рассмотрим пример. На Рис. 12 представлены результаты анализа при правильном выделении границ исследуемого комплекса V1. Комплекс корректно распознан как желудочковый (V) по критериям Drew B.J., Scheinman M.M. (1995), RWPT во II стандартном отведении и алгоритмов Bayesian (2000), Wellens H.J. (1978), а также методом комплексного анализа Вальда и нейронных сетей; правильно определен тип нарушения внутрижелудочковой проводимости – БЛНПГ, форма комплексов, амплитудно-временные характеристики.

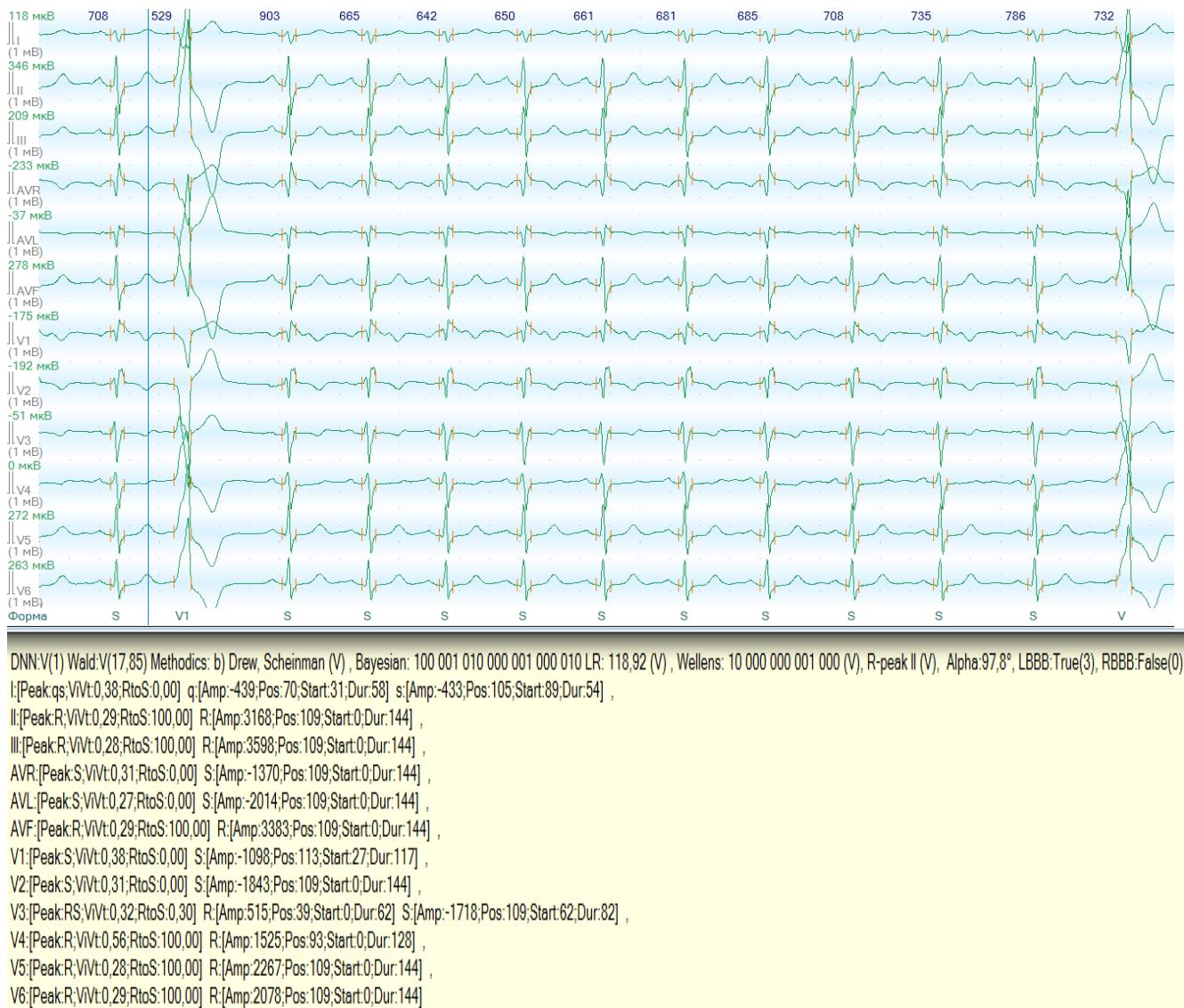


Рис. 12 – Фрагмент ХМ. Пример результатов правильного определения границ исследуемого комплекса V1.

На Рис. 13 представлены результаты анализа при неправильном выделении границ исследуемого комплекса V1 (правая и левая границы смещены вправо), что привело к ошибочной работе отдельных критериев и алгоритмов. В связи со смещенными границами, программа не смогла определить угол альфа, тип БНПГ; часть алгоритмов неправильно распознала комплекс как суправентрикулярный (Verecke A. (2008), Bayesian (2000), комплексный анализ Вальда), а некоторые не смогли отнести комплекс ни к одному из классов – Wellens H.J. (1978). При этом по результатам анализа с помощью нейронных сетей комплекс правильно

распознан как желудочковый, за счет для вычисления вероятности на основе входных данных.

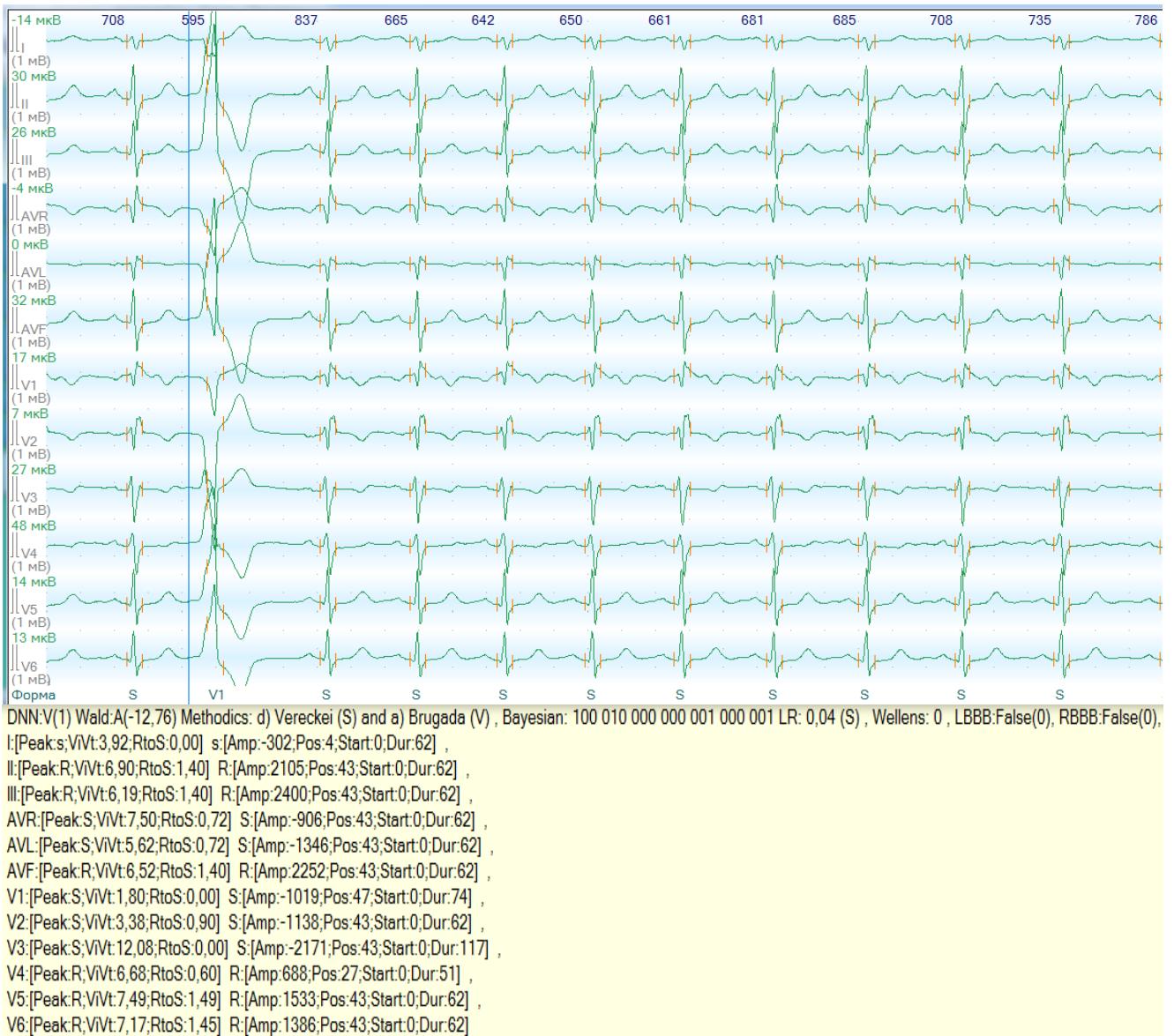


Рис. 13 – Фрагмент ХМ. Пример неправильного определения границ исследуемого комплекса V1.

Таким образом, перед любым анализом необходимо убедиться, что границы расставлены правильно и, при необходимости, скорректировать их вручную.

В основном, ошибочные результаты были связаны с неправильной работой критериев или противоречиями внутри алгоритма. Рассмотрим несколько примеров. На Рис. 14 представлен широкий эктопический комплекс,

верифицированный по ЧПЭКГ, как желудочковый.

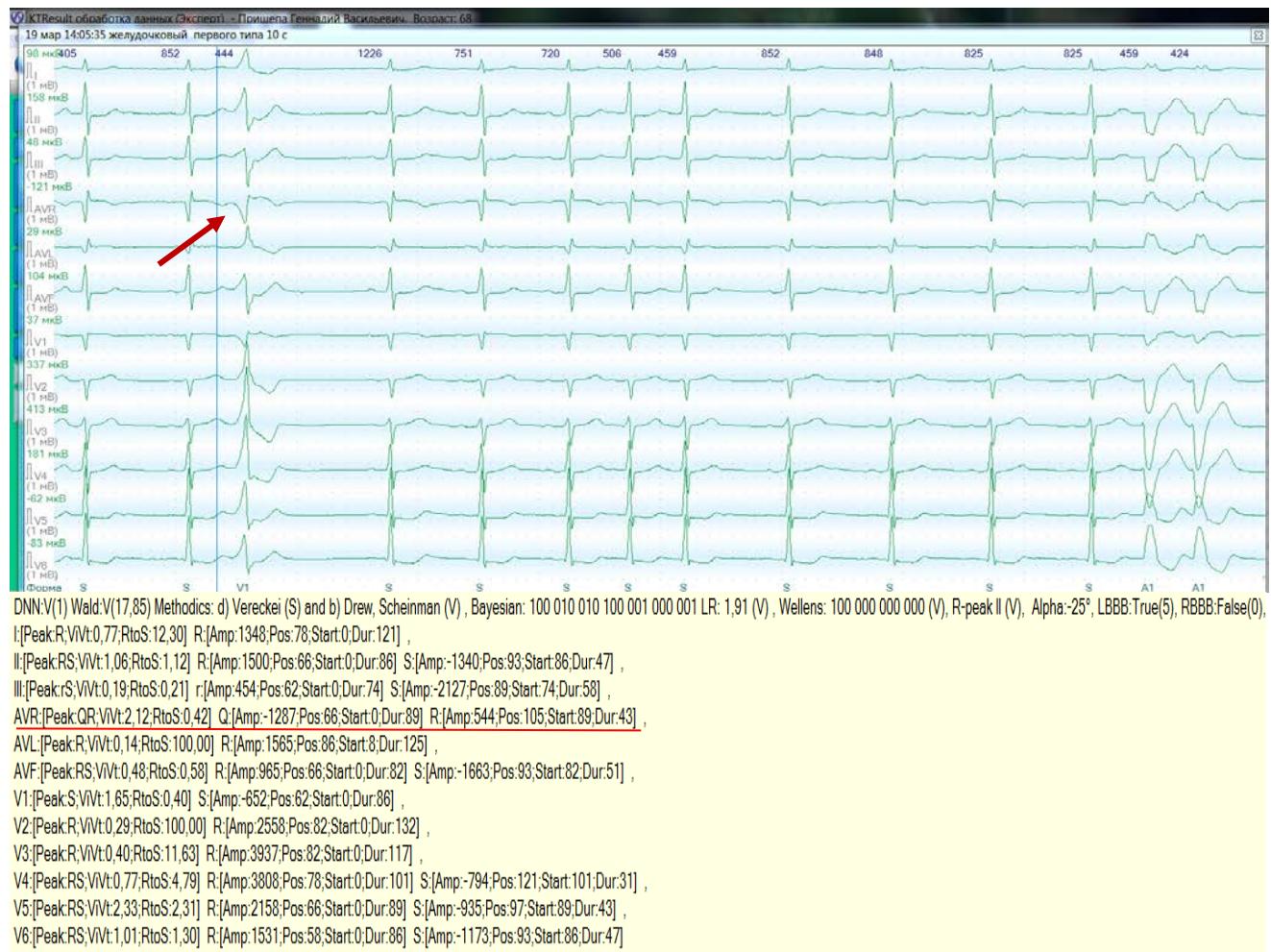


Рис. 14 – Фрагмент ХМ. Красной стрелкой указан анализируемый ЖЭК. Красной линией подчеркнуты результаты анализа в отведении AVR.

Все критерии/алгоритмы кроме одного Verecke A. (2008) свидетельствуют о желудочковом происхождении комплекса. Причина, по которой алгоритм Verecke A. (2008) распознал комплекс как суправентрикулярный, заключается в результатах, полученных на 4 ступени. Напомним, согласно алгоритму, анализ проводится только в отведении AVR, и состоит из 4-х этапов, на каждом из которых производится поиск критериев, предполагающих ЖА. В нашем случае форма исследуемого комплекса QR, поэтому первый этап (наличие начальной R волны) пропускается.

На втором этапе измеряется начальной маленькой г или q волны, чего мы не

можем сделать из-за того, что амплитуда зубца Q превышает 5 мм, поэтому переходим к 3 этапу. Не найдя зазубрины на начальной нисходящей части зубца Q, останавливаемся на 4 этапе, где производим измерение соотношения  $V_i/V_t$ , записанные во время начальных ( $V_i$ ) и терминальных ( $V_t$ ) 40 мс комплекса QRS. По результатам расчёта оказывается, что  $V_i/V_t > 1$  и равно 2,12, что характерно для суправентрикулярного комплекса. Если бы мы использовали только один этот алгоритм, то могли бы поставить неправильный диагноз. Использование нескольких отдельных алгоритмов могло бы нас заставить сомневаться. Результаты комплексного анализа Вальда и нейронных сетей однозначно свидетельствуют о желудочковом происхождении комплекса, что может помочь определиться с диагнозом.

Ниже представлены результаты ЧПЭКГ (Рис. 15), доказывающие, что анализируемый комплекс – желудочковый



Рис. 15 – ЧПЭКГ. Красной стрелкой указан ретроградный зубец Р после анализируемого ЖЭК.

Известно, что во время длительной записи ХМ комплексы не могут быть абсолютно идентичными. Небольшая разница может быть связана с позиционными изменениями, которые могут влиять на форму, амплитуду зубцов и комплексов; с ЧСС, когда во время брадикардии некоторые временные показатели могут увеличиваться. Ниже представлены результаты работы критериев алгоритмов для двух комплексов, немного отличающихся друг от друга в связи с позиционными изменениями. На Рис. 16 представлены почти одинаковые аберрантные комплексы с БЛНПГ, верифицированные по ЧПЭКГ (Рис. 17).



A



DNN:A(0) Wald:A(-12,76) Methodics: b) Verecsei (V) and b) Drew, Scheinman (S) , Bayesian: 100 010 100 000 001 000 010 LR: 0,01 (S) , Wellens: 0 , I:[Peak:Rr;Vt:1,44;Rt:S:8,19] R:[Amp:504;Pos:43;Start:0;Dur:86] r:[Amp:304;Pos:105;Start:86;Dur:47] , II:[Peak:rS;Vt:1,40;Rt:S:0,20] r:[Amp:140;Pos:19;Start:0;Dur:27] S:[Amp:-696;Pos:93;Start:27;Dur:117] , III:[Peak:rS;Vt:1,25;Rt:S:0,03] r:[Amp:25;Pos:8;Start:0;Dur:12] S:[Amp:-910;Pos:93;Start:16;Dur:128] , AVR:[Peak:qr;Vt:1,40;Rt:S:1,20] q:[Amp:-206;Pos:47;Start:0;Dur:70] r:[Amp:246;Pos:89;Start:70;Dur:35] ,

B

Рис. 16 А, В – Фрагменты ХМ. Регистрируются одиночные аберрантные QRS со сходной морфологией. Красной стрелкой указаны анализируемые комплексы.

Красной линией подчеркнуты результаты анализа в отведении AVR.

На Рис. 16 А алгоритмы Verecsei A. (2008), Wellens H.J. (1978) распознали комплекс как желудочковый. По алгоритму Verecsei A. (2008) это произошло с связи с тем, что для комплекса qR в отведении AVR сработала 4 ступень –  $V_{t40}/V_{t40} \leq 1$ , а для алгоритма Wellens H.J. (1978) комплекс распознан как желудочковый по критерию продолжительности QRS  $> 0,16 + \text{БЛНПГ}$ . На Рис. 16 В комплекс неправильно определен, как желудочковый только по алгоритму Verecsei A.

(2008), за счет того, что для комплекса qr в отведении AVR сработала 2 ступень алгоритма – продолжительность  $q > 40$  мс. При этом результаты комплексного анализа Вальда и нейронных сетей, независимо от работы отдельных критериев/алгоритмов однозначно свидетельствуют о том, что комплекс суправентрикулярный в обоих случаях.

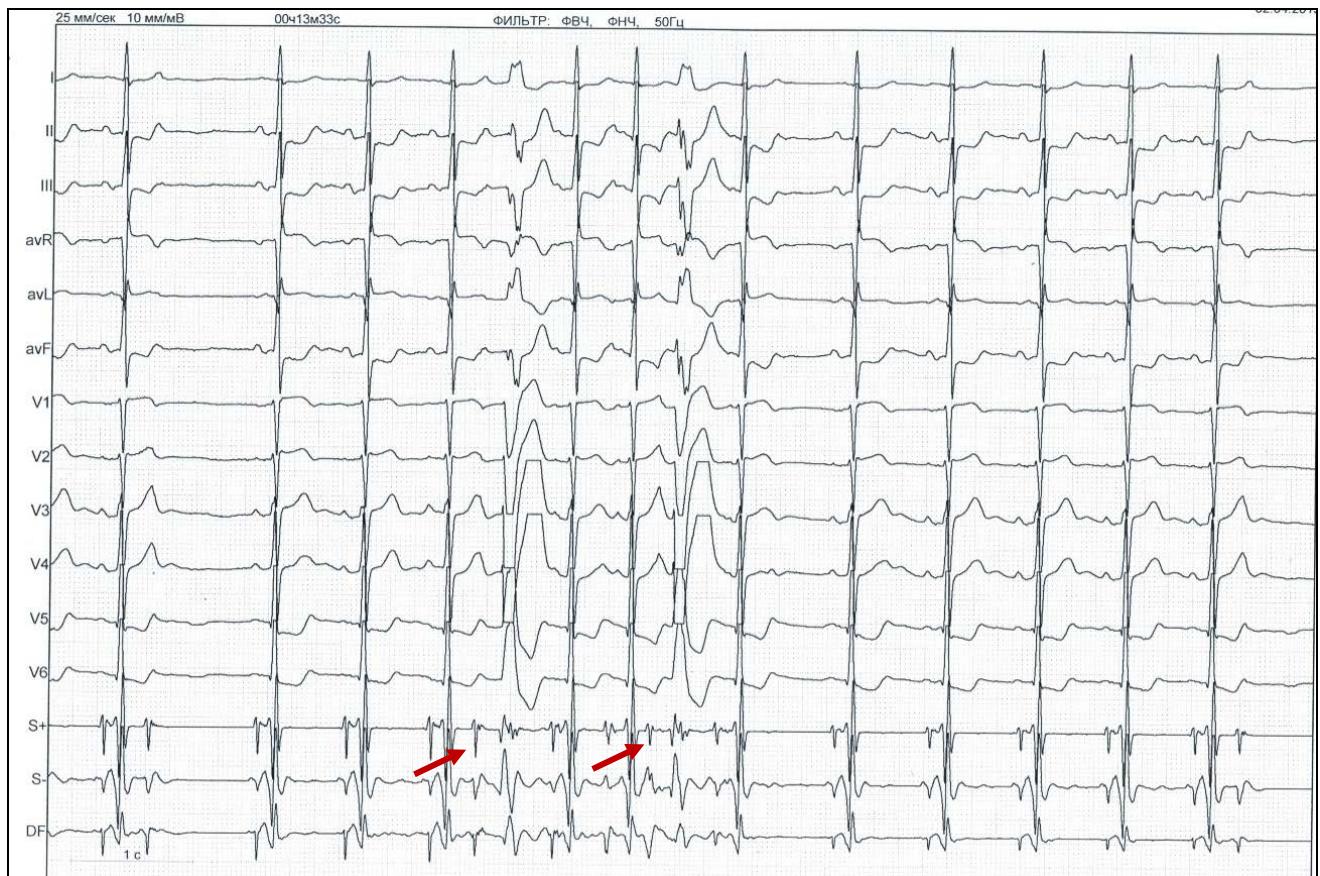


Рис. 17 – ЧПЭКГ. Красными стрелками обозначены чреспищеводные зубцы Р перед аберрантными комплексами.

### 3.2 Результаты распознавания желудочковых и суправентрикулярных комплексов в исследовательской группе

Чувствительность, специфичность, диагностическая точность алгоритмов/критериев при автоматической обработке данных для исследовательской группы представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Диагностическая ценность алгоритмов/критериев при автоматическом анализе в исследовательской группе.

Название алгоритма/критерия	ЧВ,%	СП,%	ДТ,%
Verecke A. (2008) для ЖА	36,59	72,12	44,34
Verecke 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	<b>87,81</b>	<b>73,62</b>	<b>84,72</b>
Bayesian (2000) для СВА	<b>73,62</b>	<b>87,81</b>	<b>84,72</b>
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	<b>83,06</b>	<b>84,80</b>	<b>83,44</b>
Комплексный анализ с помощью метода последовательного анализа Вальда для СВА	<b>84,80</b>	<b>83,06</b>	<b>83,44</b>
Метод нейронных сетей для ЖА	<b>97,06</b>	<b>99,35</b>	<b>97,56</b>
Метод нейронных сетей для СВА	<b>99,35</b>	<b>97,06</b>	<b>97,56</b>

Примечание: Слева – названия алгоритмов/критериев, используемых в программе автоматического анализа. Жирным шрифтом выделены ЧВ, СП, ДТ алгоритмов с наиболее высокой диагностической значимостью распознавания ЖА для исследовательской группы.

Для исследовательской группы из отдельных методов лучшие результаты по выявлению ЖА продемонстрировал алгоритм Bayesian (ЧВ 87,81%, СП 73,62%, ДТ 84,72%). Для алгоритма Brugada P., Drew B.J., Scheinman M.M., несмотря на высокую ЧВ и ДТ (ЧВ 86,43%, ДТ 82,14%), специфичность оказалась более низкой по сравнению с другими (СП 66,73%), а для критерия RWPT во II отведении, наоборот, высокая СП 92,46%, сопровождалась низкими значениями ЧВ и ДТ – 59,10% и 66,45%, соответственно. Худшие результаты по распознаванию ЖА показал алгоритм Verecke A. (2008) (ЧВ 36,59%, СП 72,12% и ДТ 44,34%).

Результаты комплексного анализа с помощью последовательного метода Вальда показали лучшие значения ЧВ, СП, ДТ (ЧВ 83,11%, СП 83,65%, ДТ 83,23%), чем большинство отдельно взятых критериев/алгоритмов. Наиболее близкие значения были получены для алгоритма Bayesian (ЧВ 87,81%, СП 73,62%, ДТ 84,72%), однако, его СП значительно уступает (73, 62% против 83,65%). Что касается распознавания комплексов с помощью нейронных сетей, то в данной группе были получены отличные результаты, которые позволили диагностировать ЖНР с ЧВ 97,06%, СП 99,39%, ДТ 97,6%.

Для распознавания суправентрикулярных комплексов из отдельных алгоритмов лучшие результаты были также получены при использовании алгоритма Bayesian (ЧВ 73,62%, СП 87,81%, ДТ 84,72%), которые были близки к результатам комплексного анализа Вальда (ЧВ 84,8%, СП 83,06%, ДТ 83,44%), но уступали по ЧВ (73,62% против 84,8%). Нейронные сети диагностировали суправентрикулярные нарушения ритма также с высокой ЧВ 99,35%, СП 97,6%, ДТ 97,56%.

На Рис. 18 представлен график результатов ЧВ и СП для исследовательской группы в виде диаграммы.

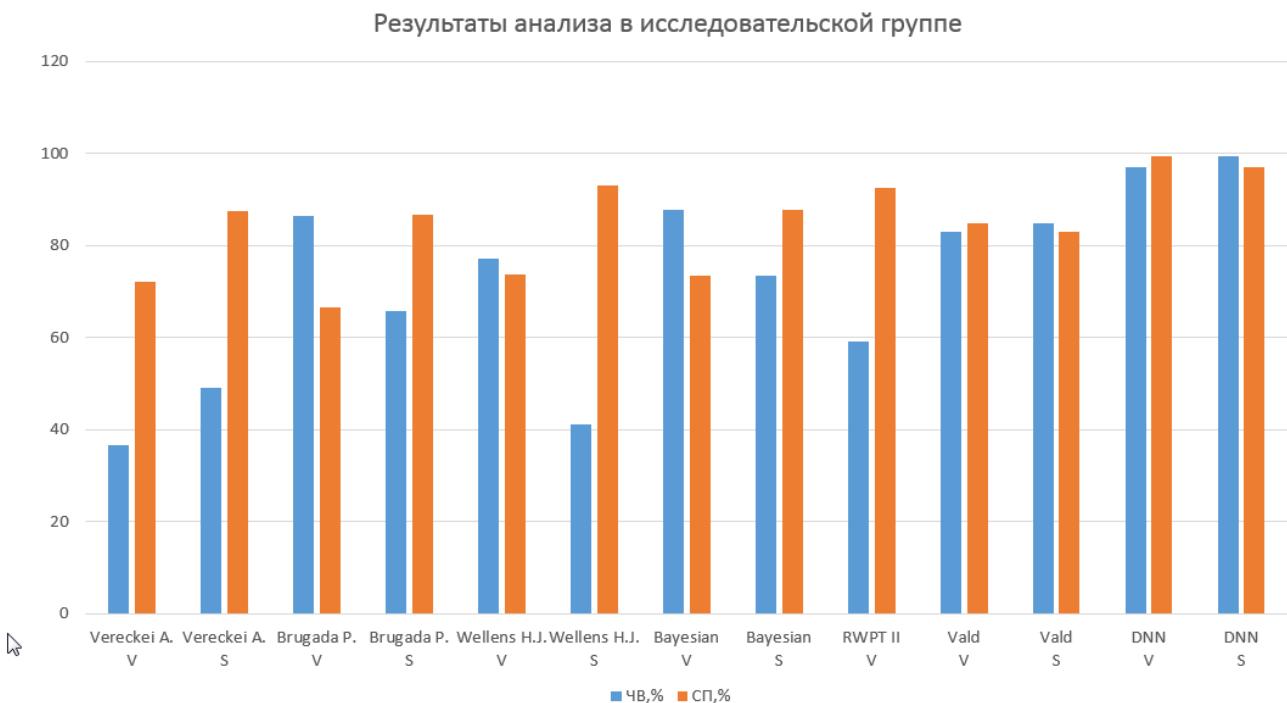


Рис. 18 – График результатов ЧВ и СП для исследовательской группы.

### 3.3 Результаты распознавания желудочковых и суправентрикулярных комплексов в группе контроля

Чувствительность, специфичность, диагностическая точность алгоритмов/критериев при автоматической обработке данных для группы контроля представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Диагностическая ценность алгоритмов/критериев при автоматическом анализе в контрольной группе.

Название алгоритма/критерия	ЧВ, %	СП, %	ДТ, %
Verecke A. (2008) для ЖА	43,68	66,01	51,53
Verecke 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	<b>83,3</b>	<b>77,08</b>	<b>81,11</b>
Bayesian (2000) для СВА	<b>77,08</b>	<b>83,3</b>	<b>81,11</b>
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	<b>83,51</b>	<b>84,58</b>	<b>83,89</b>
Комплексный анализ с помощью метода последовательного анализа Вальда для СВА	<b>84,58</b>	<b>83,51</b>	<b>83,89</b>
Метод нейронных сетей для ЖА	<b>91,43</b>	<b>91,3</b>	<b>91,39</b>
Метод нейронных сетей для СВА	<b>91,3</b>	<b>91,43</b>	<b>91,39</b>

Примечание: Слева – названия алгоритмов/критериев, используемых в программе автоматического анализа. Жирным шрифтом выделены ЧВ, СП, ДТ алгоритмов с наиболее высокой диагностической значимостью распознавания ЖА для контрольной группы.

В группе контроля в целом результаты оказались сходными. Для исследовательской группы из отдельных методов, как и в предыдущем случае, лучшие результаты по выявлению ЖА продемонстрировал алгоритм Bayesian (ЧВ 83,3%, СП 77,08%, ДТ 81,11%). Для алгоритма Brugada P., Drew B.J., Scheinman M.M., в отличие от исследовательской группы, показатели оказались немного хуже (ЧВ 81,8%, СП 73,12%, ДТ 78,75%). Критерий RWPT во II отведении, также демонстрировал высокую СП 95,65% при более низких значениях ЧВ и ДТ – 62,1% и 73,89%, соответственно. Худшие результаты по распознаванию ЖА в очередной раз показал алгоритм Vereckei A. (2008) (ЧВ 43,68%, СП 66,01% и ДТ

51,53%).

Распознавание ЖА с помощью комплексного метода Вальда происходило лучше (ЧВ 83,51%, СП 84,58%, ДТ 83,89%), чем при всех отдельно взятых критериях/алгоритмах, в том числе и при использовании алгоритма Bayesian (ЧВ 83,3%, СП 77,08%, ДТ 81,11%), хотя и не на много. Что касается распознавания комплексов с помощью нейронных сетей, то оно по-прежнему имело показатели диагностической значимости, превышающие 90%, однако более низкие, чем в исследовательской группе (ЧВ 91,43%, СП 91,3%, ДТ 91,39%).

Для распознавания суправентрикулярных комплексов из отдельных алгоритмов лучшие результаты были также получены при использовании алгоритма Bayesian (ЧВ 77,08%, СП 83,3%, ДТ 81,11%), которые были немного лучше результатов алгоритма Brugada P., Drew B.J., Scheinman M.M. (ЧВ 71,15%, СП 81,8%, ДТ 78,06%), и уступали комплексному методу последовательного анализа Вальда (ЧВ 84,58%, СП 83,51%, ДТ 83,89%) и анализу с помощью нейронных сетей (ЧВ 91,3%, СП 91,43%, ДТ 91,39%). На Рис. 19 представлены результаты ЧВ и СП для контрольной группы.

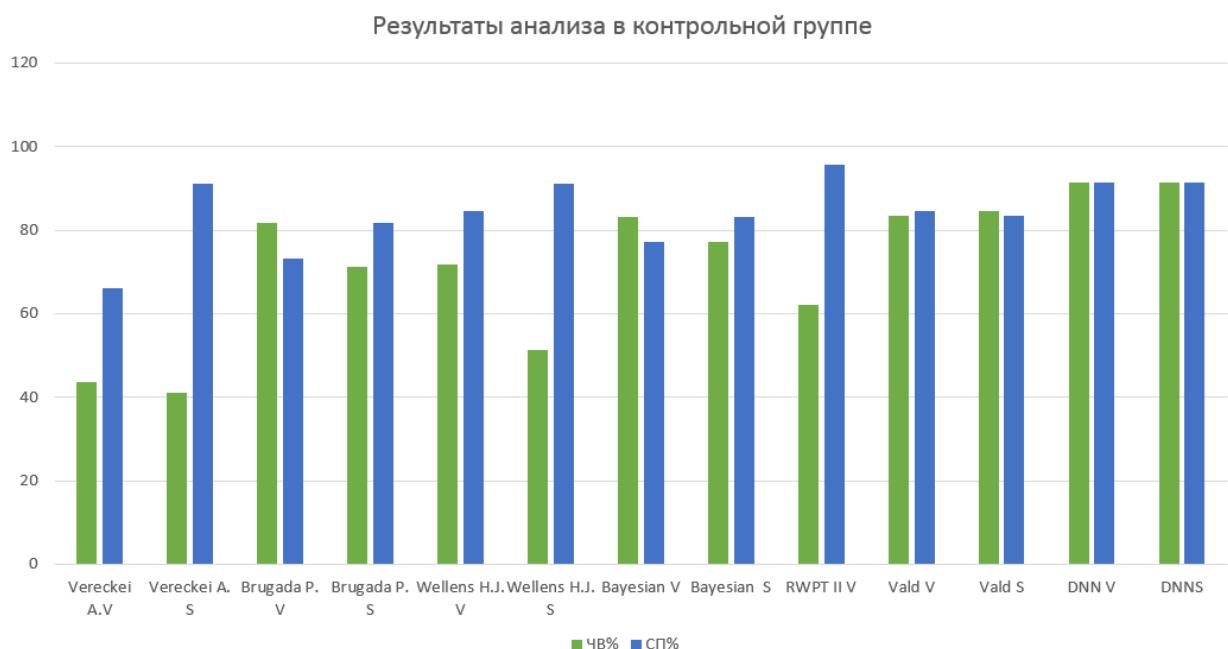


Рис. 19 – График результатов ЧВ и СП для контрольной группы.

Таким образом, в обеих группах (контрольной и исследовательской) лучшие результаты по распознаванию ЖА (также, как и СВА) продемонстрировал комплексный анализ с помощью метода Вальда (ЧВ 83,11%, СП 83,65%, ДТ 83,23% – в исследовательской; ЧВ 83,51%, СП 84,58%, ДТ 83,89% – в контрольной группе) и метод нейронных сетей, но с более низкими показателями диагностической значимости в группе контроля (ЧВ 91,43%, СП 91,30%, ДТ 91,39%), чем в исследовательской группе (ЧВ 97,06%, СП 99,39%, ДТ 97,6%).

### **3.4. Коэффициент вероятности получения ошибочного результата**

Одним из преимуществ разработанного комплексного алгоритма является то, что он не только делает вывод об отнесении QRS комплекса к желудочковым или аберрантным, но и вычисляет коэффициент Вальда ( $K$ ), показывающий с какой вероятностью этот вывод может быть ошибочным.  $K$  представляет из себя  $20 * \lg$  отношения ошибок к правильным результатам. То есть, при  $K = 20$ , это отношение 1:10, при  $K = 40$  – 1:100 и т.д. Безусловно, это теоретический постулат, который может быть верен только для совершенно независимых признаков при их «нормальном» распределении. Теоретически, если один и второй признак имеют вероятность ошибки 10%, то их совпадение минимизирует ошибку до 1% ( $0,1 * 0,1 = 0,01$ ), но на практике такого обычно не бывает. В нашем случае используемые в алгоритме признаки не являются независимыми, поэтому необходимо убедиться, насколько эта теоретическая ошибка соответствует реальной. Сравнение теоретических и реально сделанных ошибок при разных  $K$  проведено на исследовательской группе и его результаты показаны в таблице 5.

Таблица 5 – Ошибки в определении желудочковых и аберрантных QRS комплексов при различных значениях К при использовании предлагаемого комплексного алгоритма.

Величина К		Теоретически	В действительности в исследовательской группе	всего комплексов в этом диапазоне
20 (1:10)	Ошибка для СВА	10%	7,5 %	87 %
	Ошибка для ЖА	10%	6,9 %	86 %
26 (1:20)	Ошибка для СВА	5%	5,4 %	83 %
	Ошибка для ЖА	5%	5,9 %	83 %
40 (1:100)	Ошибка для СВА	1 %	2,4 %	78 %
	Ошибка для ЖА	1 %	2,6 %	80 %
52 (1:200)	Ошибка для СВА	0,5 %	1,13 %	66 %
	Ошибка для ЖА	0,5%	1,16 %	63 %
60 (1:1000)	Ошибка для СВА	0,1 %	0,74 %	57 %
	Ошибка для ЖА	0,1 %	0,49 %	42 %

По данным таблицы 5 можно видеть, что с увеличением К ошибки минимизируются, хотя и не в такой степени, как это можно было бы ожидать. Например, для  $K = 26$  теоретически ошибок может быть 5% (СП 95%), тогда как в действительности их 5,4 % для аберрантных комплексов и 5,9 % для желудочковых (СП 94,6 и 94,1%). Для  $K = 40$  теоретически ошибок должно быть 1%, а в действительности их 2,4 и 2,6 % (СП 97,6% и 97,4 %). Полученные данные объясняются тем, что признаки имеют значимую зависимость и их совпадение не настолько уменьшает ошибку, как это могло бы быть при случайном распределении. Однако, реально полученные высокие цифры СП при больших значениях К позволяют использовать этот коэффициент для оценки «силы» сделанного вывода. Если значение К высокое, то и вывод высоковероятен.

Необходимо отметить, что высокие значения К получаются не для всех оцениваемых QRS комплексов. Например, К более +26, или менее -26 имеют только 83% желудочковых и аберрантных комплексов, а К более  $\pm 40$  – только 78% аберрантных и 80 % желудочковых. Следовательно, для 17% оцениваемых комплексов сделанный вывод будет иметь СП менее 95%. Однако, возможность значительно повысить СП в оценке для 78 – 83% QRS комплексов – это неплохое дополнительное преимущество предложенного алгоритма.

Таким образом, применение предлагаемого алгоритма позволяет не только повысить ЧВ и СП разделения широких комплексов на желудочковые и аберрантные (относительно других известных алгоритмов), но и, на основании рассчитанного коэффициента «достоверности», оценить вероятную ошибку этого вывода.

При высоком значении этого коэффициента (более 26) врач может быть уверен в высокой СП сделанного вывода, причем такие значения получаются более чем для четырех пятых всех широких комплексов QRS.

## ГЛАВА 4. Обсуждение результатов

Несмотря на многочисленные исследования по дифференциальной диагностике аритмий с широкими комплексами QRS, на сегодняшний день ни один из предложенных критериев и алгоритмов не позволяет дифференцировать ЖТ и СВТ с высокой точностью. До 10% случаев ТШК, по-прежнему, неправильно диагностируются, в связи с чем, многие авторы предлагают лечить все регулярные ТШК, как ЖТ, если диагноз СВТ не может быть установлен. Большинство авторов в своих публикациях указывают на высокую ЧВ, СП, ДТ разрабатываемых ими критериев или алгоритмов [50,52,59,104,125] (Рис. 20).

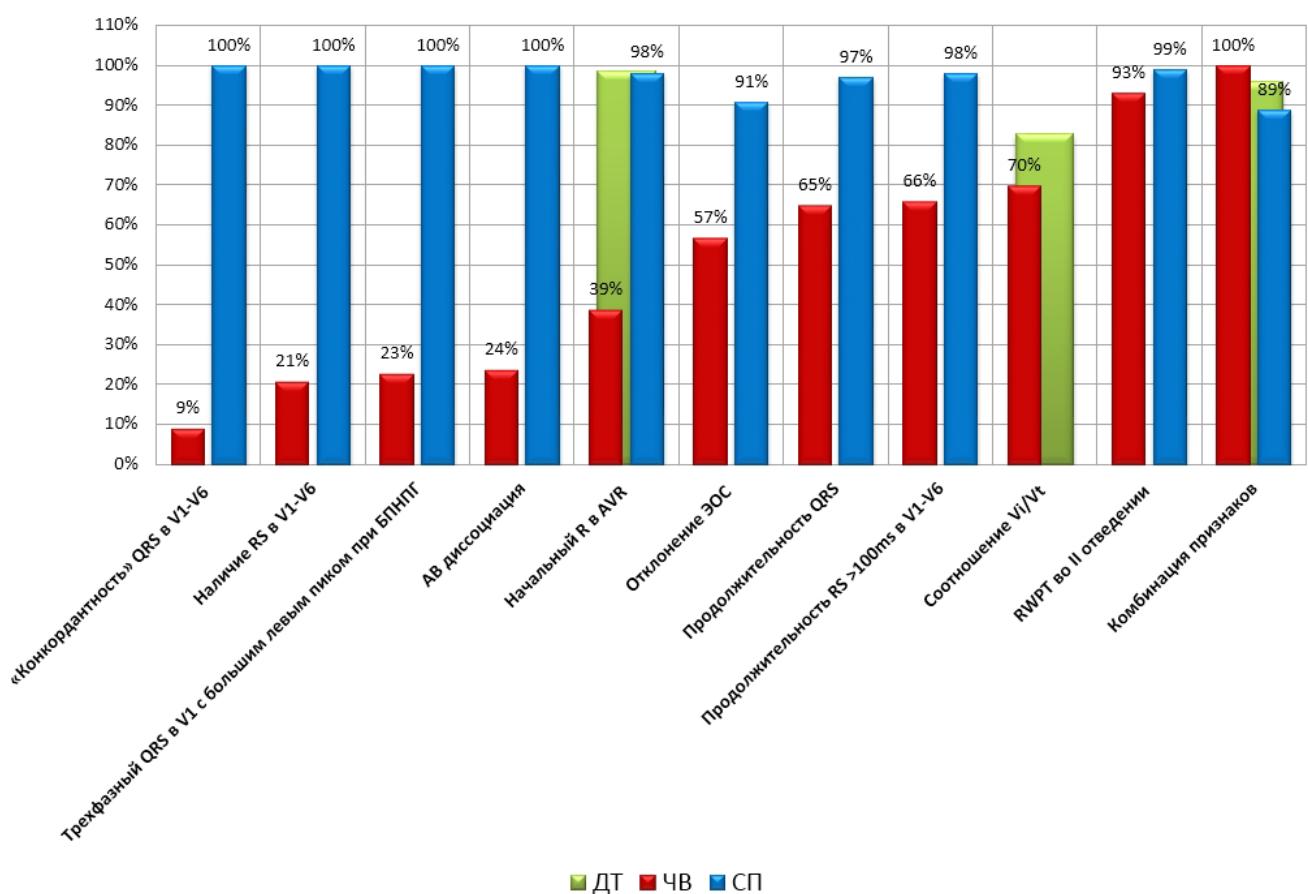


Рис. 20 – Диагностическая ценность различных ЭКГ критериев в диагностике аритмий с широкими комплексами QRS. На представленном графике видно, что только один из представленных критериев – критерий RWPT II и комбинация критериев (столбцы справа) обладают одновременно высокой и ЧВ и СП.

Тем не менее, в более поздних независимых исследованиях других авторов [3] все чаще встречаются данные об отсутствии воспроизведимости 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 ААТ. Часто трудности возникают при дифференциальной диагностике аритмий с широкими комплексами QRS в группах пациентов с идиопатическими ЖА, что связано со схожестью их морфологии с наджелудочковыми комплексами.

По результатам данной работы лучшие результаты среди всех ЭКГ методов распознавания ЖА, так же, как и СВА, в обеих группах показал комплексный метод последовательной анализа Вальда (ЧВ 83,11%, СП 83,65%, ДТ 83,23% – в исследовательской и ЧВ 83,51%, СП 84,58%, ДТ 83,89% – в контрольной группе) и метод нейронных сетей (ЧВ 97,06%, СП 99,39%, ДТ 97,6% в исследовательской группе и ЧВ 91,43%, СП 91,30%, ДТ 91,39% – в группе контроля).

Если говорить о работе отдельных алгоритмов, то лучшие результаты по распознаванию аритмий с широкими комплексами QRS показал алгоритм Bayesian (2000): ЧВ 87,81%, СП 73,62% – для выявления ЖА в исследовательской группе и ЧВ 83,3%, СП 77,08% – в группе контроля. ЧВ и СП других критериев/алгоритмов значительно уступала. Регистрировались, или одновременно низкие значения ЧВ, СП, или был значительно занижен один из этих показателей в исследовательской или контрольной группе.

Литературные данные также свидетельствуют о недостаточно высоких значениях ЧВ и СП для дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами QRS при использовании отдельных критериев и алгоритмов. Так, по данным Marek Jastrzebski et al. [3] 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 et al., Vereckei et al., Griffith M.J. et al. также нашли

СП алгоритма Brugada P. ниже (44%, 73,3% и 67%, соответственно), чем сообщалось первоначально. На Рис. 21 представлены результаты ЧВ и СП алгоритма Brugada P. по данным разных исследователей.

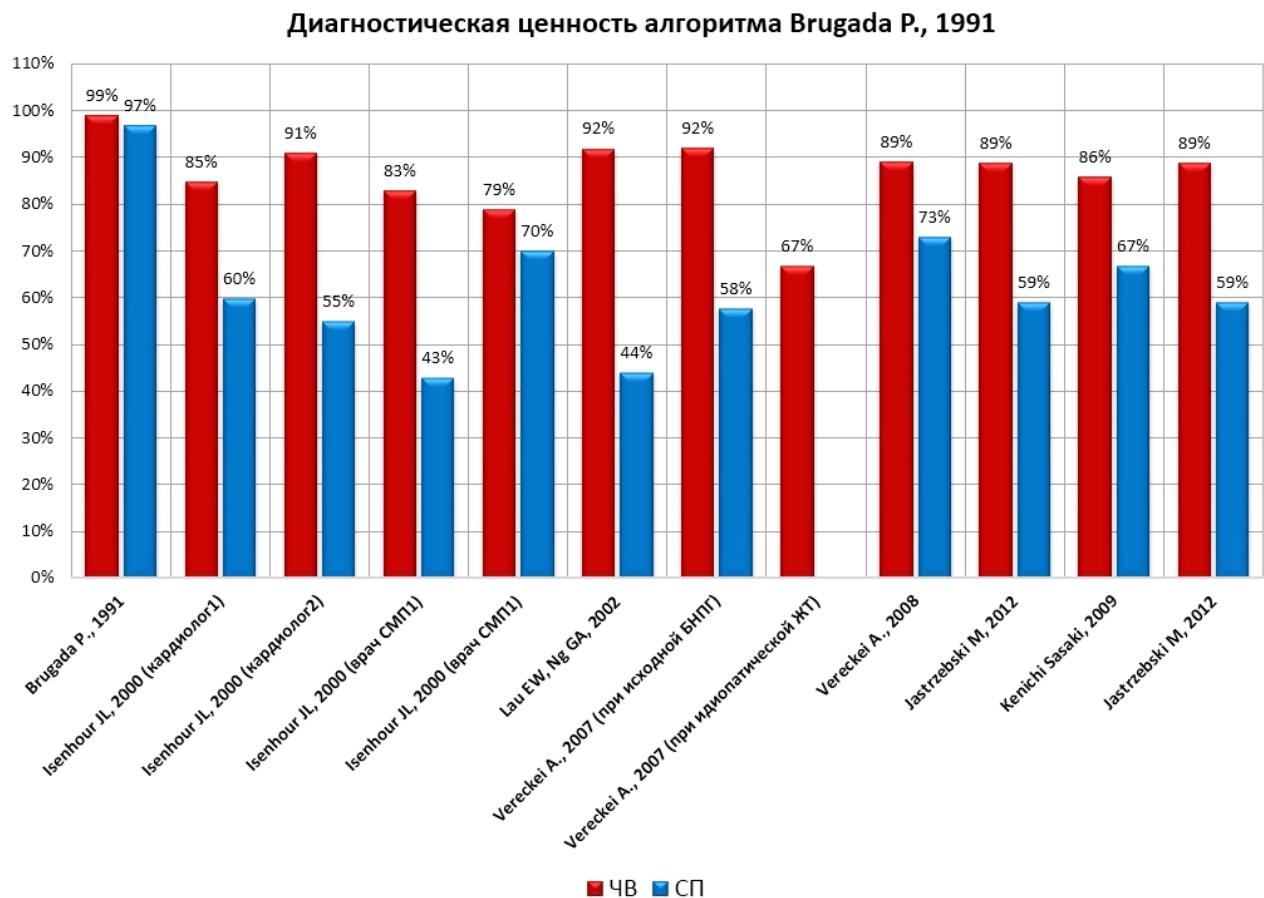


Рис. 21 – Результаты ЧВ и СП алгоритма Brugada P. по данным разных авторов.

Для алгоритмов Lau et al. (Bayesian), Vereckei et al., 2008, Griffith et al. и критерия RWPT тоже были получены 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. et al. 2008; СП 39,8%, ЧВ 94,2% против СП 96%, ЧВ 64% – для алгоритма Griffith et al. Критерий RWPT имел наибольшее расхождение СП и ЧВ (СП 82,7%, ЧВ 60% против СП 99%, ЧВ 93%) [59,125,126].

Можно согласиться с точкой зрения Marek Jastrzebski et al. [3], который заключил, что ошибки алгоритма Brugada P. в основном, могут быть связаны со

второй и четвертой ступенью алгоритма, которые подразумевают оценку продолжительности отдельных интервалов и всего комплекса, поэтому он не так хорошо работает, когда имеется морфология QRS по типу БЛНПГ, особенно у пациентов с сердечной недостаточностью или идиопатической ЖТ. В алгоритме AVR наиболее частые ошибки связаны с четвертой ступенью, при необходимости расчета соотношения  $Vi/Vt$  в низкоамплитудных, зазубренных, мультифазных комплексах QRS. Что касается критерия RWPT, то ему, как и другим одиночным и очень конкретным критериям, не хватает чувствительности, и, поэтому он, кажется, уступает многоступенчатым алгоритмам, которые могут обеспечить лучший баланс между специфичностью и чувствительностью. Недостатком алгоритма Bayesian (2000) можно считать непрактичность для использования в большинстве клиник, так как требуется вычисление произведения отношений правдоподобия для 19 морфологических признаков, поэтому этот алгоритм является более подходящим для автоматизированного компьютерного анализа.

Таким образом, отсутствие одновременно высоких значений ЧВ и СП, их значительные различия при анализе разными авторами, свидетельствует о том, что отдельно взятые критерии и алгоритмы, не могут быть надежными помощниками в диагностике аритмий с широкими комплексами QRS, в значительной степени зависят от исследуемой выборки и не могут быть рекомендованы для повсеместного использования.

Имеющееся множество алгоритмов и критериев дифференциальной диагностики, частые противоречивые результаты при их использовании, сложность идентификации критериев и высокая степень субъективности оценки ведут к низкой востребованности и распространенности алгоритмов и критериев. Кроме того, ситуация, когда большинство алгоритмов предполагают одинаковый диагноз, встречается не так часто, как хотелось бы. Гораздо чаще распространен вариант, когда часть алгоритмов свидетельствует в пользу ЖТ, а часть – в пользу СВТ; или же могут возникать противоречия внутри одного и того же алгоритма. Стоит также отметить, многие практикующие врачи ошибочно полагают, что если

пациент гемодинамически стабилен во время ТШК, то ЖТ практически исключается из дифференциальной диагностики. Тем не менее, от такого заключения уже отказались [102,117,137]. Нельзя забывать и о том, что важная роль принадлежит врачебному анализу и правильному применению морфологических критериев. Одно из возможных объяснений пониженной ЧВ и СП – это неверная интерпретация критериев врачами. Так, критерии, которые могли быть точными в понимании первоначальных исследователей, были описаны в литературе или недостаточно подробно, или, таким образом, что другие врачи не могут должным образом применять их. Кроме того, различный опыт, технические сложности применения некоторых критериев могут стать причиной различных результатов дифференциальной диагностики. Рассмотрим пример. На фрагменте ХМ пациента К представлен короткий пароксизм ТШК (Рис. 22).

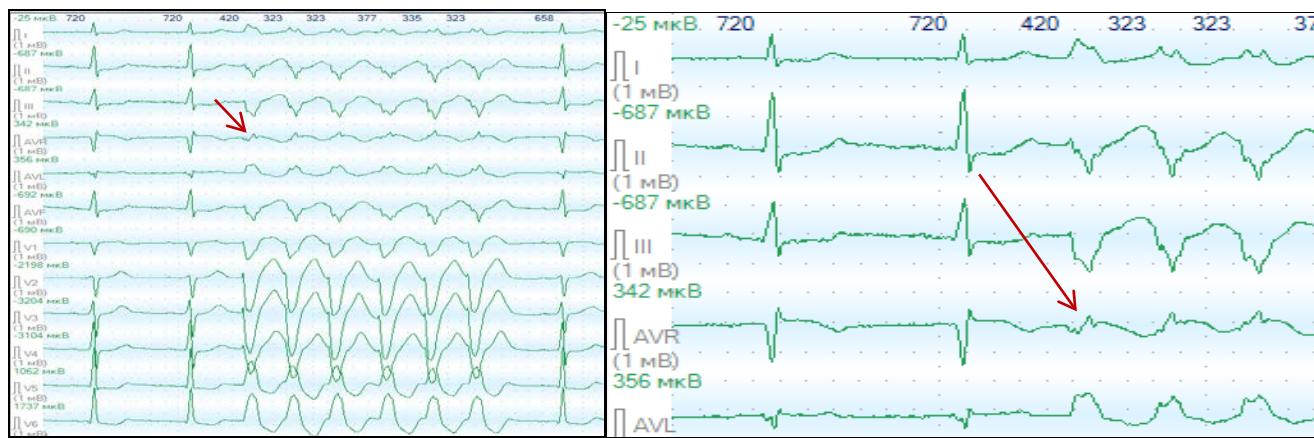


Рис. 22 – Фрагменты ХМ пациента К.

А. Фрагмент ХМ в 12 отведениях. В. Фрагмент ХМ в отведениях I, III, AVR, AVL в увеличенном масштабе. Стрелкой указана зазубренность начальной отрицательной части комплекса QRS в отведении AVR.

При использовании алгоритма Brugada P., 1991 на 4 ступени устанавливается диагноз СВТ (отсутствие критериев ЖТ в отведениях V1, V2, а именно, отсутствие любого из признаков: продолжительность начального малого зубца ≥

более 0,04 с, зазубрина на нисходящем зубце S, задержанный пик S (расстояние от начала комплекса до пика S > 0,06 с). Результаты анализа по алгоритму Vereckei A., 2008, наоборот, предполагает ЖТ (зазубренность на отрицательной начальной нисходящей части комплекса в отведении AVR).

Результаты анализа алгоритмов Wellens H.J., 1978, Bayesian algorithm, 2000 также свидетельствуют в пользу суправентрикулярной тахикардии (по данным Wellens H.J., 1978 – отсутствие критериев ЖТ, по результатам RWPT во II отведении время от начала деполяризации QRS до первого изменения полярности 19 мс, LR = 0,007 по алгоритму Bayesian).

По результатам автоматического анализа с помощью метода Вальда, нейронных сетей, а также отдельных критериев/алгоритмов, кроме Vereckei A., 2008, диагноз в пользу СВТ (Рис. 23).



Рис. 23 – Фрагмент ХМ. Результаты автоматического анализа.

С целью верификации пациенту было выполнено ЧПЭКГ (Рис. 24). Пароксизмов тахикардии зарегистрировать не удалось, однако идентичные парные широкие комплексы QRS имеют явно суправентрикулярное происхождение, доказательством чему служат регистрирующиеся на ЧПЭКГ зубцы Р перед широкими эктопическими комплексами.

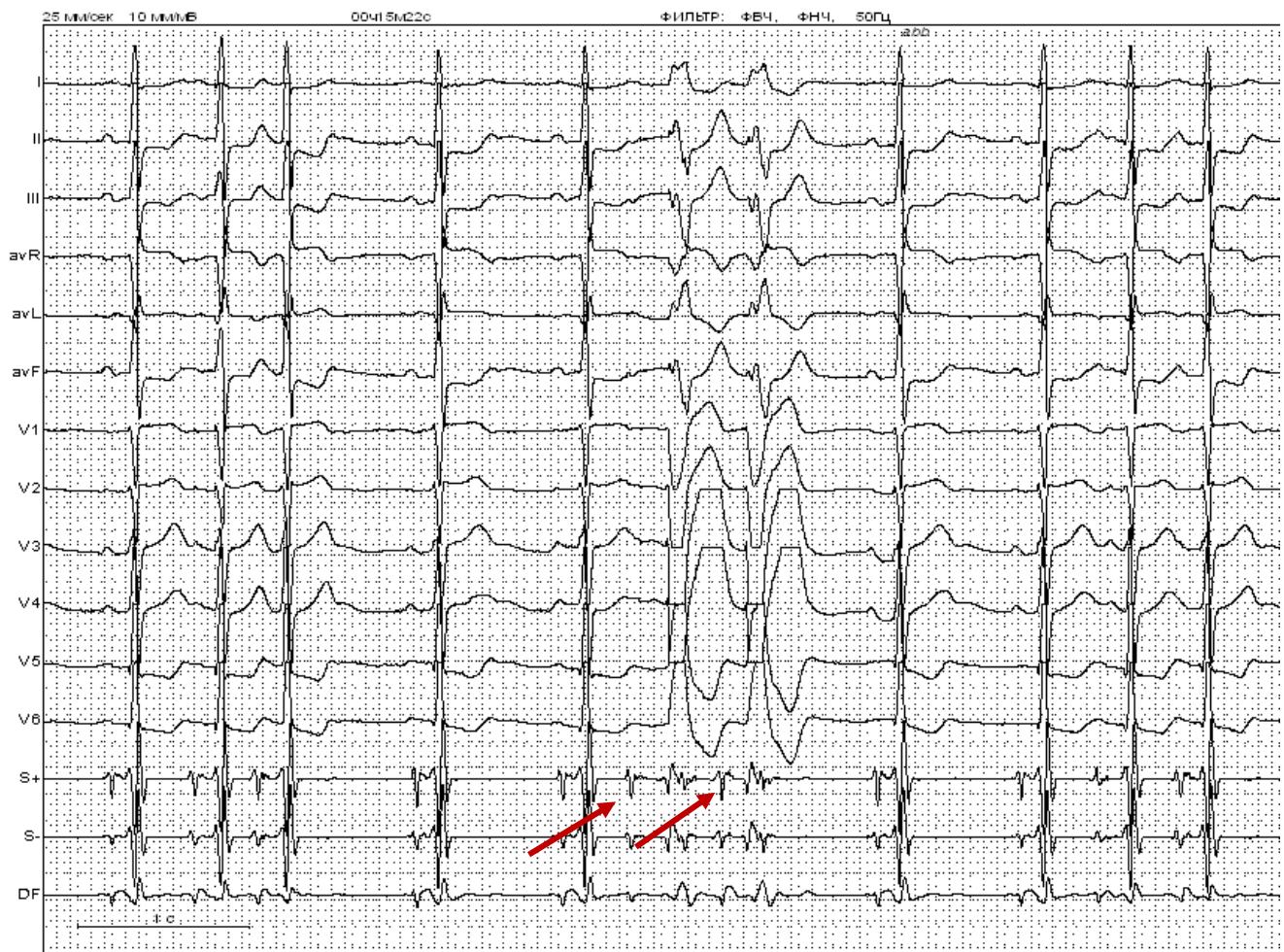


Рис. 24. Запись ЧПЭКГ. Парные аберрантные суправентрикуляные комплексы. Стрелками указаны зубцы Р, проводящиеся на желудочки в отведениях ЧПЭКГ.

Таким образом, если бы врач использовал только алгоритм AVR, как один из наиболее простых, это могло бы привести к неправильной диагностике и соответственно, к неправильной лечебной тактике. 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 невозможno.

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

Для того чтобы критерии имели правильное диагностическое значение и имели ценность в качестве теста, необходимо хорошее межнаблюдательное соглашение. Небольшое исследование Herbert et al., [138] в котором 3 исследователя дифференцировали 27 ЭКГ с ТШК с помощью критериев Brugada P., показало, что только умеренное соглашение 88% было достигнуто среди врачей. По оценке точности и согласованности критериев Vereckei A., 2008 (AVR) в 2012 г. было проведено исследование Baxi R.P., Hart K.W. [139], в котором 4 специалиста диагностировали ЖТ с точностью 74% (ЧВ 70%, СП 80%), 75% (ЧВ 76%, СП 73%), 61% (ЧВ 81%, СП 25%), и 68% (ЧВ 84%, СП 40%). Внутригрупповой коэффициент корреляции (ICC) составил 0,31 (95% ДИ 0,22-0,42). При анализе 45 ЭКГ тремя рецензентами с раскрытием клинической информации точность диагностики ЖТ составила 93%, 93% и 78%. Таким образом, добавление клинической информации привело к существенному улучшению тестовых характеристик.

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. Кроме того, преимуществом предлагаемого алгоритма является возможность не только повышения ЧВ и СП разделения широких комплексов на желудочковые и аберрантные, но и на основании рассчитанного коэффициента «достоверности» оценить вероятную ошибку этого вывода. При высоком значении этого коэффициента (более 26) врач может быть уверен в высокой СП сделанного

вывода, причем такие значения получаются более чем для четырех пятых всех широких комплексов.

Использование нейронных сетей оказалось достаточно перспективным методом распознавания ЖА и СВА. Оно позволило диагностировать ЖНР с ЧВ 97,06%, СП 99,39%, ДТ 97,6% в исследовательской группе и с ЧВ 91,43%, СП 91,30%, ДТ 91,39% – в группе контроля. Более низкие показатели диагностической значимости в группе контроля могут быть обусловлены разницей выборок пациентов. Метод «нейронных сетей» позволяет максимально подробно настроиться на все особенности группы обучения (исследовательской группы), построив максимально точное разделяющее правило, но при работе на пациентах, на которых он не обучался (группа контроля), построенная модель разделения срабатывает хуже. Тем не менее, несмотря на это, метод показал лучшие СП, ЧВ, ДТ в распознавании ЖА и СВА, чем остальные, что свидетельствует о необходимости дальнейшего исследования значимости нейронных сетей, их обучения на больших выборках пациентов и совершенствования их работы.

### **Ограничения данного 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 по распознаванию результатов, отличных от данного исследования. При практическом применении программы есть вероятность получения некорректных результатов при наличии артефактов записи, неправильно определенных границах комплексов.

## Выводы

Результаты исследования показали, что отдельно взятые критерии и алгоритмы, не могут быть надежными помощниками в распознавании аритмий с широкими комплексами QRS и в значительной степени зависят от исследуемой выборки для пациентов без признаков предвозбуждения и исходной полной блокадой ножки пучка Гиса на поверхностной электрокардиограмме.

Лучшим среди отдельных алгоритмов по распознаванию желудочковых аритмий у пациентов без исходной блокады ножки пучка Гиса и признаков предвозбуждения желудочков оказался алгоритм Bayesian (2000), однако он уступал в специфичности комплексному анализу метода последовательного анализа Вальда и использованию нейронных сетей.

Лучшие результаты по распознаванию желудочковых аритмий (также, как и суправентрикулярных аритмий) в обеих группах (контрольной и исследовательской) продемонстрировал комплексный анализ с помощью метода Вальда, (чувствительность 83,11%, специфичность 83,65%, диагностическая точность 83,23% – в исследовательской; чувствительность 83,51%, специфичность 84,58%, диагностическая точность 83,89% – в контрольной группе) и метод нейронных сетей, но с более низкими показателями диагностической значимости в группе контроля (чувствительность 91,43%, специфичность 91,30%, диагностическая точность 91,39%), чем в исследовательской группе (чувствительность 97,06%, специфичность 99,39%, диагностическая точность 97,6%).

Использование автоматического анализа значительно уменьшает объем работы врача по оценке отдельных амплитудно-временных характеристик комплексов, уменьшает степень субъективности, позволяет одновременно использовать результаты работы как отдельных алгоритмов и критериев, так и в комплексе, что повышает их диагностическую значимость.

## **Практические рекомендации**

Комплексный алгоритм распознавания широких комплексов QRS, реализованный в программном обеспечении холтеровского мониторирования может быть рекомендован врачам функциональной диагностики для облегчения работы и повышения точности распознавания аритмий с широкими комплексами QRS при отсутствии на поверхностной электрокардиограмме четко-визуализирующегося зубца Р или признаков атриовентрикулярной диссоциации. Для получения более качественных результатов рекомендован контроль определения границ комплексов QRS, исключение из анализа артефактных записей.

## Список сокращений

ААП – антиаритмические препараты

ААТ – антиаритмическая терапия

АВ – атриовентрикулярный

БЛНПГ – блокада левой ножки пучка Гиса

БНПГ – блокада ножки пучка Гиса

БПНПГ – блокада правой ножки пучка Гиса

ВА – вентрикуло-атриальный

ВВО – время внутреннего отклонения

ГЛЖ – гипертрофия левого желудочка

ДПП – дополнительные пути проведения

ДТ – диагностическая точность

ЖА – желудочковые аритмии

ЖНР – желудочковые нарушения ритма

ЖТ – желудочковая тахикардия

ЖЭ – желудочковые экстрасистолы

ЖЭК – желудочковые эктопические комплексы

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИМ – инфаркт миокарда

К – коэффициент Вальда

НЖА – наджелудочковые аритмии

ПЖ – правый желудочек

ПРАВУТ – пароксизмальная реципрокная АВ узловая тахикардия

СВА – суправентрикулярные аритмии

СВТ – суправентрикулярная тахикардия

СП – специфичность

ТП – трепетание предсердий

ТШК – тахикардии с широкими комплексами QRS

УИР – ускоренные идиовентрикулярные ритмы

ФЖ – фибрилляция желудочков

ФП – фибрилляция предсердий

ХМ – холтеровское мониторирование

ЧВ – чувствительность

ЧПЭКГ – чреспищеводное ЭКГ

ЧСЖ – частота сокращений желудочков

ЧСС – частота сердечных сокращений

ЭКГ – электрокардиография, электрокардиограмма

ЭОС – электрическая ось сердца

ЭФИ – электрофизиологическое исследование

RWPT – R-wave peak time. Критерий времени пика волны R. Измеряется как время от начала деполяризации комплекса QRS до первого изменения полярности, независимо от того, было ли изменение полярности QRS положительным или отрицательным.

WPW – Wolff-Parkinson-White (Вольф-Паркинсон-Уайт)

## Список литературы

1. Stewart, R.B. Wide complex tachycardia: misdiagnosis and outcome after emergent therapy / R.B. Stewart, G.H. Bardy, H.L. Greene // Ann Intern Med. – 1986. Jun – Vol. 104 – №6. – P. 766-71.
2. Wellens, H.J. The wide QRS tachycardia / H.J. Wellens // AM Intern Med. – 1986. – Vol. 104 – №6. – P. 879.
3. Jastrzebski, M. Comparison of five electrocardiographic methods for differentiation of wide QRS-complex tachycardias / M. Jastrzebski, P. Kukla, D. Czarnecka, K. Kawecka-Jaszcz // Europace. – 2012. – Vol. 14 – №8 – P. 1165-71.
4. Kraus, F. Ueber das Elektrokardiogramm unter normalen pathologischen Verhaltnissen / F. Kraus, G.F. Nicolai // Berl. klin. Wohenschr – 1908. – Vol. 34. I.
5. Verecke, A. Application of a new algorithm in the differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia / A. Verecke, G. Duray, G. Szénási, G.T. Altemose, J.M. Miller. Eur Heart J. – 2007. – Vol. 28. – №5. – P. 589-600.
6. Levy, A.G. Heart Irregularities, Resulting From the Inhalation of Low Percentages of Chloroform Vapor, and Their Relationship to Ventricular Fibrillation / A.G. Levy, T. Lewis // Heart. – 1911. – Vol. 3 – P. 99.
7. Wolferth, C.C. Paroxysmal Ventricular Tachycardia. Report of One Case with Normal Mechanism and Three with Auricular Fibrillation / C.C. Wolferth, T. M. McMillan. // Arch. Intern. Med. – 1923. – Vol. 31. – №2. – P. 184-199.
8. Robinson, G.C. Paroxysmal Tachycardia of Ventricular Origin and Its Relation to Coronary Occlusion / G.C. Robinson, G.R. Herrmann // Heart. – 1921. – Vol. 8 – P. 59.
9. Marvin, H.M. Observations on Paroxisms of Tachycardia / H.M. Marvin, P.D. White // Arch. Int. Med. – 1922. – Vol. 29. – №4. – P. 403-417.
10. Strong, G.F. Irregularity of Ventricular Rate in Paroxysmal Ventricular Tachycardia / G.F. Strong, S.A. Levine // Heart. – 1923. – Vol. 10. – P. 125.

11. Cooke, W.T. Paroxysmal ventricular tachycardia / W.T. Cooke P.D. White // Br Heart J. – 1943. – Vol. 5 – №1. – P. 33-54.
12. Lewis, T. Mechanism and Graphic Registration of the Heart Beat / T. Lewis // - 3 edition. Shaw and Sons, Ltd, London. – 1925.
13. Porter, W.B. Paroxysmal Ventricular Tachycardia. Report of a Case Lasting 153 Hours with Recovery / W.B. Porter // Am. Jour. Med. Sc. – 1924. – Vol. 167. – P. 821.
14. Willius, F.A. Myocardial Infarction. Electrocardiographic Study. Report of Nine Cases From the Mayo Clinic and Review of Twenty four Published Cases / F. A. Willius, A.R. Barnes // Jour. Lab. and Clin. Med. – 1925. – Vol. 10. – P. 427.
15. Major, R.H. Paroxysmal Tachycardia Associated with Focal Myocarditis / R.H. Major, H.R. Wahl // Jour. Am. Med. Assn. – 1926. – Vol. 86. – №15 – P. 1125-1126.
16. Kiseh, B. Beiträge zur Pathologischen Physiologic des Coronarkreislaufes, Deutsch. / B. Kiseh // Arch. f. klin. Med. – 1921. Vol. 135 – P. 281.
17. Lewis, T. The Experimental Production of Paroxysmal Tachycardia and the Effects of Ligation of the Coronary Arteries / T. Lewis // Heart. – 1909. – Vol. 1. P. 98-137.
18. Smith, F.M. The Ligation of Coronary Arteries With Electrocardiographic Studies / F. M. Smith // Arch. Int. Med. – 1916. – Vol. 22. – P. 8.
19. Felherbxum, D. Paroxysmal Ventricular Tachycardia: Report of Unusual Type / D. Felherbxum // Am. Jour. Med. SC. – 1922. – Vol. 166 – P. 199.
20. Reid, W.D. Ventricular Ectopic Tachycardia Complicating Digitalis Therapy / W.D. Reid // Arch. Int. Med. – 1924. – Vol. 33. – №1. – P. 23-34.
21. Luten, D. Clinical Studies of Digitalis. III. Advanced Toxic Rhythms. / D. Luten. // Arch. Int. Med. 1925. – Vol. 35. – №1. – P. 87-99.
22. Howard, T. Double Tachycardia: Coexisting Auricular and Ventricular Tachycardia Due to Digitalis / T. Howard // Am. Jour. Med. Sc. – 1927. – Vol. 173 – P. 165.

23. Jones, T.D. Paroxysmal Ventricular Tachycardia: Report of Unusual Case / T.D. Jones, P.D. White // Am heart Jour. – 1926. – Vol. 2. Is. 2. – P. 139-143.
24. Willius, F.A. Paroxysmal Tachycardia With Multiple Foci of Stimulus Production / F.A. Willius // Ann. Clin. Med. – 1923. – Vol. 3. – P. 537.
25. Barker, P.S. Ventricular Tachycardia During Attack of Paroxysmal Auricular Tachycardia / P.S. Barker // Heart. – 1924. – Vol. 11. – P. 67.
26. Lewis, T. Observations upon conduction in the mammalian heart. A-V conduction / T. Lewis, A.M. Master // Heart. – 1925. – Vol. 12. – P. 209-269.
27. Scherf, D. Über intraventrikuläre Störungen der Erregungsausbreitung bei den Wenckebachschen Perioden / D. Scherf // Wien. Arch. inn. Med. – 1929. – Vol. 18 – P. 403.
28. Barker, P.S. The Effect of Quinidine Upon Sinus Tachycardia, Including the Production of Transient Bundle Branch Block / P.S. Barker, F.D. Johnston, F.N. Wilson // Am. Heart J. – 1943. – Vol. 25 – P. 760.
29. Miller, H. Transitions Between Normal Intraventricular Conduction, Bundle Branch Block, and Ventricular Tachycardia / H. Miller. // Am. Heart J. – 1940. – Vol. 19. – P. 364.
30. Gouaux, J.L. Auricular Fibrillation With Aberration Simulating Ventricular Paroxysmal Tachycardia / J.L. Gouaux, R. Ashman // Am Heart J. – 1947. – Vol. 34. – P. 366.
31. Голицын, С.П. Лечение желудочковых аритмий с позиции первичной и вторичной профилактики внезапной сердечной смерти / С.П. Голицын // Сердечная недостаточность. – 2001. – Т. 2 – №5 – С. 201–208.
32. Москаленко А.В. Глава «Проблемы и перспективы диагностики пароксизмальных желудочковых тахикардий». Для кн.: Клиническая аритмология. Под ред. проф. А.В. Ардашева / А.В. Москаленко, Ю.Е. Елькин // ИД Медпрактика-М. – 2009. – С. 1220.

33. Castellanos, A.J. Functional properties of accessory AV pathway during premature atrial stimulation / A.J. Castellanos, C.A. Castillo, A.S. Agha, B. Befeler, R.J. Myerburg // Brit. Heart J. –1973. – Vol. 35. – №6. – P. 578-584.
34. Lewine, S.A. The Wolff-Parkinson-White syndrome with paroxysms of ventricular tachycardia / S.A. Lewine, P.B. Beeson // Amer. Heart J. –1941. – Vol. 22. – P. 401-409.
35. Langendorf, R. Aberrant ventricular conduction / R. Langendorf // Am. Heart J. – 1951. – Vol. 41. – P. 700.
36. Langendorf, R. Mechanisms of Intermittent Ventricular Bigeminy. I. Appearance of ectopic beats dependent upon length of the ventricular cycle, the "rule of bigeminy" / R. Langendorf, A. Pick, M. Winternitz // Circulation. – 1955. – Vol. 11. – №3 – P. 422-430.
37. Katz, L.N. Clinical Electrocardiography. I. The Arrhythmias / L.N. Katz, A. Pick // Philadelphia, Lea & Febiger. – 1956. – P. 400.
38. Langendorf, R. Differential diagnosis of ventricular paroxysmal tachycardia / R. Langendorf // Exp. Med Surg. – 1950. – Vol. 8 – №2-4. – P. 228-39.
39. Winternitz, M. Cardiac Function and Recovery Time / M. Winternitz // Am. Heart J. – 1949 – Vol. 37. – P. 687.
40. Кушаковский, М.С. Об ускоренных парасистолических ритмах и парасистолических тахикардиях / М.С. Кушаковский, Т.В. Трешкур // Вестник аритмологии. – 1994. – №2. – С. 46-52.
41. Кушаковский, М.С. О механизмах образования ускоренных выскальзывающих комплексов и ритмов и их клиническое значение / М.С. Кушаковский // Вестник аритмологии. – 1997. – Т. 6. – С. 49-51.
42. Трешкур, Т.В. Электрокардиографические особенности автоматических идиовентрикулярных ритмов / Т.В. Трешкур // Вестник аритмологии. – 2005. №38. С. 68-74.

43. Трешкур, Т.В. Клинико-электрокардиографический анализ ускоренных идиовентрикулярных ритмов / Т.В. Трешкур // Российский кардиологический журнал. – 2015. – Т. 12. №128. – С. 37-44.
44. Трешкур, Т.В. Ускоренные идиовентрикулярные ритмы: клинико-электрокардиографические особенности, систематизация по ЭКГ-характеристикам, дифференцирование с другими нарушениями ритма и аномалиями проводимости / Т.В. Трешкур. // М.: МИА. – 2017. – С. 120.
45. Fisch, C. Accelerated functional escape: a clinical manifestation of “triggered” automaticity. In Zipes DP, Jalife J, eds. / C. Fisch, S.B. Knoebel // Cardiac Electrophysiology and Arrhythmias. – 1985. – Vol. 4. – P. 567.
46. Vibhuti, N.S. Accelerated Idioventricular Rhytm / N.S. Vibhuti, K.S. Rakesh // eMedicine. com. – 2002. – Vol. 1. – P. 12.
47. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death / S.G. Priori, C. Blomström-Lundqvist, A. Mazzanti, N. Blom, M. Borggrefe et al. // European Heart Journal. –2015. –V 36. – Is.41. – P. 2793-2867.
48. 2017 AHA/ACC/HRS Guideline for Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death / S.M. Al-Khatib, W.G. Stevenson et al. // Heart Rhythm. –2018. – Vol. 15. – Is.10. – P. 190-252.
49. EHRA/HRS/APHRS expert consensus on ventricular arrhythmias / C.T. Pedersen, G.N. Kay, J. Kalman et al. // Europace. – 2014. – Vol. 16. – P. 1257-1283.
50. Lewis, T. The experimental production of paroxysmal tachycardia and the effects of ligation of the coronary arteries / T. Lewis // Heart. –1909. – Vol. 1 – P. 98-106.
51. Фролов, В.М. О дифференциальной диагностике тахикардий с широкими желудочковыми комплексами / В.М. Фролов, Н.В. Заикина, И.Э. Сушкова, Т.В. Мартыненко, И.Г. Казакова // Военно-медицинский журнал. – 2009. – №5. – С. 70-71.

52. Brugada, P. A new approach to the differential diagnosis of a regular tachycardia with a wide QRS complex / P. Brugada, J. Brugada, L. Mont, J. Smeets, E.W. Andries // Circulation. – 1991. May. – Vol. 83 – №5. – P. 1649-59.
53. Dancy, M. Diagnosis of ventricular tachycardia: a clinical algorithm / M. Dancy, D. Ward //Br Med J (Clin Res Ed). –1985. – Vol. 291. – №6501. – P. 1036-8.
54. Wellens, H.J. Diagnosis of ventricular tachycardia from the12-lead electrocardiogram / H.J. Wellens, P. Brugada //Cardiol Clin. – 1987. – Vol. 5. – №3. – P. 511-25.
55. Drew, B.J. Value of electrocardiographic leads MCL1, MCL6 and other selected leads in the diagnosis of wide QRS complex tachycardia / B.J. Drew, M.M. Scheinman // J Am Coll Cardiol. – 1991. – Vol. 18. – №4. – P. 1025-33.
56. Drew, B.J. ECG criteria to distinguish between aberrantly conducted supraventricular tachycardia and ventricular tachycardia: practical aspects for the immediate care setting / B.J. Drew, M.M. Scheinman // Pacing Clin Electrophysiol. – 1995. – Vol. 18. – №12. Pt 1. – P. 2194-208.
57. Andrade, F.R. Diagnostic clues from the surface ECG to identify idiopathic (fascicular) ventricular tachycardia: correlation with electrophysiologic findings / F. R. Andrade, M. Eslami, J. Elias, O. Kinoshita, Y. Nakazato, F.I. Marcus, R. Frank, J. Tonet, G.J. Fontaine // Cardiovasc Electrophysiol. – 1996. – Vol. 7. – №1. – P. 2-8.
58. Miller, J.M. Differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia. In: Zipes D.P., Jalife J., eds. / J.M. Miller, M.K. Das, R. Arora, C. Alberte-Lista, J. Wu // Cardiac Electrophysiology. From Cell to Bedside. 4th ed., Philadelphia. – 2004. – P. 747–757.
59. Vereckei, A. New algorithm using only lead aVR for differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia / A. Vereckei, G. Duray, G. Szénási, G.T. Altemose, J.M. Miller // Heart Rhythm. – 2008. – Vol. 5. – №1. – P. 89-98.
60. Jastrzebski, M. The ventricular tachycardia score: a novel approach to electrocardiographic diagnosis of ventricular tachycardia / M. Jastrzebski, K. Sasaki, P. Kukla, K. Fijorek, S. Stec, D. Czarnecka // Europace. – 2016. – Vol. 18. –№4. – P. 578-

84.

61. Wellens, H.J. The Differentiation Between Ventricular Tachycardia and Supraventricular Tachycardia with Aberrant Conduction: The Value of the l2-Lead Electrocardiogram. In: Wellens H.J. Kulbertus H.E., eds. / H.J. Wellens, F.W. Barr, E.J. Vanagt, P. Brugada, J. Farre // What's New in Electrocardiography. – 1981. – P. 184-199.
62. Wellens, H. J. The value of the electrocardiogram in the differential diagnosis of a tachycardia with a widened QRS complex / H.J. Wellens, F.W. Bär, K.I. Lie // Am J Med. – 1978. – Vol. 64. №1 – P. 27-33.
63. Akhtar, M. Role of electrophysiologic studies in supraventricular tachycardia. In Brugada P., Wellens H.J. (eds) / M. Akhtar, M. Shenassa, P.J. Tchou, M. Jazayeri // Cardiac Arrhythmias: Where to Go from Here. Mount Kisco, NY, Futura Publishing Co, 1987. – P. 233-242.
64. Slama, R. Les tachycardiesjunctionnelles avec aberration ventriculaires et bloc complete retrograde (Pseudo-tachycardie ventriculaire) / R. Slama, G. Motte, P. Coumel. // Arch Mal Coeyr. – 1971. – Vol. 64. – P. 691.
65. Warin, J.F. Interet et limites des investigations hisiennes dans l'étude des tachycardies "d'allureventriculaire" / J.F. Warin, P.L. Lemetary, G. Manciet. et al. // Arch Mal Coeur 66. – 1973. – P. 1045.
66. Massumi, R. A. Reevaluation of electrocardiographic and bedside criteria for diagnosis of ventricular tachycardia / R.A. Massumi, A.A. Tawakkol, A.D. Kistin // Circulation. – 1967. – Vol. 36. – P. 628-36.
67. Kistin, A. D. Retrograde conduction to the atria in ventricular tachycardia / A.D. Kistin // Circulation. – 1961. – Vol. 24. – P. 236.
68. Kistin, A. D. Problems in differentiation of ventricular arrhythmias from supraventricular arrhythmias with abnormal QRS / A.D. Kistin // Prog Cardiovasc Dis. – 1966. – Vol. 9. – P. 1-27.

69. Kistin, A.D. Retrograde conduction from premature ventricular conduction: Common occurrence in the human heart / A.D. Kistin, M. Landowne // Circulation. – 1951. – Vol. 3. – P. 738.
70. Scherf, D. Experimental study on reciprocating rhythm / D. Scherf // Arch Intern Med. – 1941. – Vol. 67. – P. 372.
71. Kistin, A.D. Ventricular tachycardia and esophageal leads. In Mechanisms and Therapy of Cardiac Arrhythmias (Fourteenth Hahneman Symposium), edited by L. S. Dreifus and W. Likoff / A.D. Kistin // New York, Grune& Stratton, Inc. – 1966. – P. 274.
72. Kistin, A.D. Atrial rhythm in ventricular tachycardia occurring during cardiac catheterization / A.D. Kistin, A. Tawakkol, R.A. Massumi // Circulation. – 1967. – Vol. 35. – P. 10.
73. Lister, J.W. Dominant pacemaker of the human heart: Antegrade and retrograde activation of the heart / J.W. Lister, A.J. Delman, E. Stein, R. Grunwald, G. Robinson // Circulation. – 1967. – Vol. 1. – P. 22.
74. Pick, A. Nonparoxysmal A-V nodal tachycardia / A. Pick, P. Doniinguez // Circulation. – 1957. – Vol. 16. – P. 1022.
75. Alzand, B.S. Diagnostic criteria of broad QRS complex tachycardia: decades of evolution / B.S. Alzand, H.J. Crijns, // Europace. – 2011. – Vol. 13. – №4. – P. 465-72.
76. Marriott, H.J. Differential diagnosis of supraventricular and ventricular tachycardia. / H.J. Marriott // Cardiology. – 1990. – Vol. 77. – P. 209–20.
77. Griffith, M.J. Multivariate analysis to simplify the differential diagnosis of broad complex tachycardia / M.J. Griffith, M.A. de Belder, N.J. Linker, D.E. Ward, A.J. Camm // Br Heart J. – 1991. – Vol. 66. – №2. – P. 166-74.
78. Lown, B. Cardiac arrhythmias. 6. Ventricular tachyarrhythmias. Clinical aspects / B. Lown, J.V. Temte, W.J. Arter // Circulation. – 1973. – Vol. 47. – №6. – P. 1364-81.
79. Alberca, T. Evaluation of the specificity of morphological electrocardiographic

criteria for the differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia in patients with intraventricular conduction defects / T. Alberca, J. Almendral, P. Sanz, A. Almazan, J. L. Cantalapiedra, J.L. Delcán // Circulation. – 1997. Vol. 96. – №10. – P. 3527-33.

80. Coumel, P. The QRS morphology in postmyocardial infarction ventricular tachycardia. A study of 100 tracings compared with 70 cases of idiopathic ventricular tachycardia / P. Coumel, J.F. Leclercq, P. Attuel, P. Maisonblanche // Eur Heart J. – 1984. – Vol. 5. – P. 792–805.
81. Kindwall, K.E. Electrocardiographic criteria for ventricular tachycardia in wide complex left bundle branch block morphology tachycardias / K.E. Kindwall, J. Brown, M.E. Josephson // Am J Cardiol. – 1988. – Vol. 61. – P. 1279-1283.
82. Kremers, M.S. Effect of preexisting bundle branch block on the electrocardiographic diagnosis of ventricular tachycardia / M.S. Kremers, W.H. Black, P.J. Wells, M. Solodynna // Am J Cardiol. – 1988. – Vol. 62. №17. – P. 1208-12.
83. Caceres, J. Significance of QRS axis in the differential diagnosis of wide QRS tachycardia / J. Caceres, T. Bajwa, N. Kadri. et al. // Circulation. – 1987. – Vol. 76. – P. 83.
84. Akhtar, M. Wide QRS complex tachycardia. Reappraisal of a common clinical problem / M. Akhtar, M. Shenasa, M. Jazayeri, J. Caceres, P.J. Tchou // Ann Intern Med. – 1988. – Vol. 109. – №11. – P. 905-912.
85. Wellens, H.J. Electrophysiology: Ventricular tachycardia: diagnosis of broad QRS complex tachycardia / H.J. Wellens // Heart. – 2001. – Vol. 86. – №5. – P. 579-85.
86. Griffith, M.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 / M.J. Griffith, M.A. de Belder, N.J. Linker, D.E. Ward, A.J. Camm // Eur Heart J. – 1992. – Vol. 13. – №4. – P. 478-483.
87. Sandler I.A. The differential morphology of anomalous ventricular complexes of RBBB-type in lead V1. Ventricular ectopy versus aberration / I.A. Sandler, H.J. Marriott // Circulation. – 1965. – Vol. 31. – P. 551–556.

88. Berliner, K. Auricular premature systole. I. Aberration of the ventricular complex in the electrocardiogram / K. Berliner, L.P. Lewithin // Am. Heart J. – 1945. – Vol. 29. – P. 449.
89. Scherf, D. Extrasystoles and Allied Arrhythmias / D. Scherf, A. Schott // Postgrad Med J. – 1953. – Vol. 29. – №336. – P. 523.
90. Bellet, S. Clinical Disorders of the Heart beat / S. Bellet // Ed. 2. Philadelphia, Lea and Febiger. – 1963. – P. 488.
91. Dongas, J. The value of pre-existing bundle branch block in the electrocardiographic differentiation of supraventricular from ventricular origin of wide complex tachycardia / J. Dongas, M.H. Lehmann, R. Mahmud, S. Denker, J. Soni, M. Akhtar // Am J Cardiol. – 1985. – Vol. 55. – P. 717-21.
92. Guo, H. Ventricular tachycardia with QRS configuration similar to that in sinus rhythm and a myocardial origin: differential diagnosis with bundle branch reentry / H. Guo, S. Hecker, S. Lévy, B. Olshansky // Europace. – 2001. – Vol. 3. №2. – P. 115-23.
93. Marriott, H.J.L. Criteria, old and new, for differentiating between ectopic ventricular beat and aberrant ventricular conduction in the presence of atrial fibrillation / H.J.L. Marriott, I.A. Sandler // Prog Cardiovascular Disease. – 1966. – Vol. 9. – P. 18-28.
94. Durrer, D. The role of premature beat in the initiation and termination of supraventricular tachycardia in the Wolff-Parkinson-White syndrome / D. Durrer, L. Schoo, R.M. Schmelingburg, H.J. Wellens // Circulation. – 1967. – Vol. 36. – P. 644-55.
95. Coumel, P.L. Tachycardia permanente par rythme reciproque / P.L. Coumel, C. Cabrol, A. Fabiato, E. Gourgon, R. Slama // Arch Mal Coeur. – 1967. – Vol. 60. – P. 1830-45.
96. Swanick, E.J. Morphologic features of right ventricular ectopic beats / E.J. Swanick, F. LaCamera, H.J.L. Marriott // Am J Cardiol. – 1972. – Vol. 30. – P. 888-891.
97. Wellens, H.J. Value of the 12 lead electrocardiogram in diagnosing

- type and mechanism of a tachycardia: a survey among 22 cardiologists / H.J. Wellens, P. Brugada, W.F. Heddle // J Am Coll Cardiol. – 1984. Jul. – Vol. 4. №1. – P. 176-9.
98. Flsch, C. Bate dependent aberrancy / C. Flsch, D.P. Zipes P.L. McHenry // Circulation. – 1973. – Vol. 47. – P. 714-724.
99. Cohen, S.I. Experimental production of aberrant ventricular conduction in man / S.I. Cohen, S.H. Lau, J.I. Haft, A.N. Damato // Circulation. – 1967. – Vol. 36. – P. 675-685.
100. Volders, P.G. Wide QRS complex tachycardia with negative precordial concordance: always a ventricular origin? / P.G. Volders, C. Timmermans, L.M. Rodriguez, P.E. van Pol, H.J. Wellens // J Cardiovasc Electrophysiol. – 2003. – Vol. 14. – P. 109-11.
101. Reddy, G.V. Standard limb lead QRS concordance during wide QRS tachycardia. A new surface ECG sign of Standard ventricular tachycardia / G.V. Reddy, R.U. Leghari // Chest. – 1987. – Vol. 92. – P. 763-765.
102. Morady, F. A prevalent misconception regarding wide complex tachycardias / F. Morady, J.M. Bareman, L.A. DiCarlo Jr et al. // JAMA. – 1985. – Vol. 254 – P. 2790-2792.
103. Dancy, M. Misdiagnosis of chronic recurrent ventricular tachycardia / M. Dancy, A.J. Camm, D. Ward // Lancet. – 1985. – Vol. 2. – №8450. – P. 320-3.
104. Pava, L.F. R-wave peak time at DII: a new criterion for differentiating between wide complex QRS tachycardias / L.F. Pava, P. Perafán, M. Badiel, J.J. Arango, L. Mont, C.A. Morillo, J. Brugada // Heart Rhythm. – 2010. – Vol. 7. – №7. – P. 922-6.
105. AHA/ACCF/HRS recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part III: intraventricular conduction disturbances: a scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society. Endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology / B. Surawicz, R. Childers, B.J. Deal, L.S. Gettes, J.J.

- Bailey, A. Gorgels et al. // J Am Coll Cardiol. – 2009. – Vol. 53. №11. – P. 976-81.
106. Datino, T. Specificity of electrocardiographic criteria for the differential diagnosis of wide QRS complex tachycardia in patients with intraventricular conduction defect / T. Datino, J. Almendral, P. Avila, E. González-Torrecilla, F. Atienza, A. Arenal, F. Fernández-Avilés // Heart Rhythm. – 2013. – Vol. 10. – №9. – P. 1393-401.
107. Josephson, M.E. Sustained ventricular tachycardia: role of the 12-lead electrocardiogram in localizing site of origin / M.E. Josephson, L.N. Horowitz, H. Waxman, M.E. Cain, S.R. Speilman, A.N. Greenspan, F.E. Marchlinski, M. Ezri // Circulation. – 1981. – Vol. 64. – P. 257-272.
108. Wellens, H.J. The electrocardiographic diagnosis of arrhythmias. In: Topol E, ed. Textbook of cardiovascular medicine. / H.J. Wellens // Philadelphia: Lippincott, Raven. – 1998. – P. 1591–609.
109. Kuchar, D.L. Surface electrocardiographic manifestations of tachyarrhythmias: clues to diagnosis and mechanism / D.L. Kuchar, C.W. Thorburn, N.L. Sammel, H. Garan, J.N. Ruskin // Pacing Clin Electrophysiol. – 1988. – Vol. 11. – №1. – P. 61-82.
110. Wijnmaalen, A.P. ECG identification of scar-related ventricular tachycardia with a left bundle-branch block configuration / A P. Wijnmaalen, W.G. Stevenson, M.J. Schalij, M.E. Field, K. Stephenson, U.B. Tedrow, B.A. Koplan, H. Putter, L.M. Epstein, K. Zeppenfeld // Circ Arrhythm Electrophysiol. – 2011. – Vol. 4. – №4. – P. 486-93.
111. Haqqani, H.M. Using the 12-lead ECG to localize the origin of atrial and ventricular tachycardias: part 2--ventricular tachycardia / H.M. Haqqani, J.B. Morton, J.M. Kalman // J Cardiovasc Electrophysiol. – 2009. – Vol. 20 – №7. – P. 825-32.
112. Crijns, H.J. Supraventricular tachycardia mimicking ventricular tachycardia during flecainide treatment / H.J. Crijns, I.C. van Gelder, K.I. Lie // Am J Cardiol. – 1988. – Vol. 62. – №17. – P. 1303-6.
113. Harry, J.G.M. Sequential Bilateral Bundle Branch Block During Dofetilide, A New Class III Antiarrhythmic Agent, In a Patient with Atrial Fibrillation / J.G.M. Harry Crijns, J. Herre Kingma, A.T. Marcel Gosselink, H.W. Dalrymple, D.J. Cees et al. // J

Cardiovasc Electrophysiol, – 1993. – Vol. 4. P. 459-466.

114. Le Davay, M. Tachycardies à QRS larges: Limites des critères électrocardiographiques chez les patients sous antiarythmiques / M. Le Davay, J. Victor, J.M. Dupuis, M. Merheb, P. Tran, A. Tadeï // Ann Cardiol Angéiol. – 1994. – Vol. 43. – P. 253-255.
115. Knight, B.P. Physician interpretation of electrocardiographic artifact that mimics ventricular tachycardia / B.P. Knight, F. Pelosi, G.F. Michaud, S.A. Strickberger, F. Morady // Am J Med. – 2001. – Vol. 110. – №5. – P. 335-8.
116. Huang, C.Y. An accurate electrocardiographic algorithm for differentiation of tremor-induced pseudo-ventricular tachycardia and true ventricular tachycardia / C.Y. Huang, D.E. Shan, C.H. Lai, M.C. Fong et al. // Int J Cardiol. – 2006. – Vol. 111. – №1. – P. 163-5.
117. Baenman, J.F. Differentiation of ventricular from supraventricular tachycardia with aberration: Value of the clinical history / J.F. Baenman, F. Morady, L.A. DiCarlo, M. de Buitler // Ann Emerg Med. – 1987. – Vol. 16. – P. 1-403.
118. Tchou, P. Useful Clinical Criteria for the Diagnosis of Ventricular Tachycardia / P. Tchou, P. Young, R.N. Rehanmahmud, S. Denker, R. Mohammad, M. Jazayeri, M. Akhtar // Am J Med. – 1988. Vol. 84. – №1. – P. 53-6.
119. McGovern, B. Precipitation of cardiac arrest by verapamil in patients with Wolff-Parkinson-White syndrome / B. McGovern, H. Garan, J.N. Ruskin // Ann Intern Med. – 1986. – Vol. 104. – №6. – P. 791-4.
120. Buxton, A.E. Hazards of intravenous verapamil for sustained ventricular tachycardia / A.E. Buxton, F.E. Marchlinski, J.U. Doherty, B. Flores, M.E. Josephson // Am J Cardiol. – 1987. – Vol. 59. – №12. – P. 1107-10.
121. Sung, R.J. Effects of verapamil on ventricular tachycardias possibly caused by reentry, automaticity, and triggered activity / R.J. Sung, W.A. Shapiro, E.N. Shen, F. Morady, J. Davis // J Clin Invest. – 1983. – Vol. 72. – №1. – P. 350-60.

122. Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiac care. Emergency Cardiac Care Committee and Subcommittees, American Heart Association. Part III. Adult advanced cardiac life support // JAMA. – 1992. – Vol. 268. – №16. – P. 2199-241.
123. Wesley, R.C. Torsades de pointe after intravenous adenosine in the presence of prolonged QT syndrome / R.C. Wesley, P. Turnquest // Am Heart J. – 1992. – Vol. 123. – №3. – P. 794-6.
124. Isenhour, J.L. Wide-complex tachycardia: continued evaluation of diagnostic criteria / J.L. Isenhour, S. Craig, M. Gibbs, L. Littmann, G. Rose, R. Risch // Acad Emerg Med. – 2000. – Vol. 7. – №7. – P. 769-73.
125. Griffith, M.J. Ventricular tachycardia as default diagnosis in broad complex tachycardia / M.J. Griffith, C.J. Garratt, P. Mounsey // Lancet. – 1994. – Vol. 343. – №8894. – P. 386-8.
126. Lau, E.W. The Bayesian approach improves the electrocardiographic diagnosis of broad complex tachycardia / E.W. Lau, R.K. Pathamanathan, G.A. Ng, J. Cooper, J.D. Skehan, M.J. Griffith // Pacing Clin Electrophysiol. – 2000. – Vol. 23. – №10. – Pt 1. – P. 1519-26.
127. Steurer, G. The differential diagnosis on the electrocardiogram between ventricular tachycardia and preexcited tachycardia / G. Steurer, S. Gürsoy, B. Frey, F. Simonis, E. Andries, K. Kuck, P. Brugada // Clin Cardiol. – 1994. – Vol. 17. №6. – P. 306-8.
128. Podrid, P. Handbook of cardiac arrhythmia / P. Podrid, P. Kowey // Baltimore: Williams and Wilkins. – 1996. – P. 459.
129. Willems, J.L. Criteria for intraventricular conduction disturbances and pre-excitation. World Health Organizational/International Society and Federation for Cardiology Task Force Ad Hoc / J.L. Willems, E.O. Robles de Medina, R. Bernard, P. Coumel et al. // J Am Coll Cardiol. – 1985. – Vol. 5. – №6. – P. 1261-75.
130. Barold, S.S. Bedside diagnosis of wide QRS tachycardia / S.S. Barold // Pacing

- Clin Electrophysiol. – 1995. – Vol. 18. – №12. – Pt 1. – P. 2109-15.
131. Goldberger, A.L. Myocardial Infarction. Electrocardiographic Differential Diagnosis / A.L. Goldberger // St. Louis: CV Mosby. – 1984. – Vol. 39.
132. Friedman, H.P. Diagnostic Electrocardiography and Vectorcardiography. Secondedition / H.P. Friedman // New York: McGraw-Hill. – 1977. – Vol. 52. – P. 67.
133. ВНОА. Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических устройств // М.: Новая редакция, 2013. – С. 596.
134. ACC/AHA/ESC. Guidelines for the Management of Patients With Supraventricular Arrhythmias A Report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Supraventricular Arrhythmias) Developed in Collaboration with NASPE Heart Rhythm Society / M.A. Etienne, J.S. Alpert, H. Calkins et al. // J. Am. Coll. Cardiol. – 2003. – Vol. 42. – P. 1493-1531.
135. 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 Med Scand Suppl. – 1967. – Vol. 481. – P. 1-26.
136. Gubler, E.V. Application of non-parametric statistics criteria in biomedical research / E.V. Gubler, A.A. Genkin // – Edition 2. – L.: Medicine. – 1973. – Vol. 141. Russian (Гублер, Е.В., Генкин А.А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях / Е.В. Гублер, А.А. Генкин // Издание 2-е. – Л.: Медицина. – 1973. – №141).
137. Wrenn, K. Management strategies in wide QRS complex tachycardia / K. Wrenn // Am J Emerg Med. – 1991. – Vol. 9. – №6. – P. 592-7.
138. Herbert, M.E. Failure to agree on the electrocardiographic diagnosis of

ventricular tachycardia / M.E. Herbert, S.R. Votey, M.T. Morgan, P. Cameron, L. Dziukas // Ann Emerg Med. – 1996. – Vol. 27. №1. – P. 35-8.

139. Baxi, R.P. Vereckei criteria used as a diagnostic tool by emergency medicine residents to distinguish between ventricular tachycardia and supra-ventricular tachycardia with aberrancy / R.P. Baxi, K.W. Hart, A. Vereckei, J. Miller, S. Chung, W. Chang, B. Gottesman, M. at al. // J Cardiol. – 2012. – Vol. 59. – №3. – P. 307-12.