

Критерии блокады правой ножки пучка Гиса на основе трехмерной векторкардиографии. Возможности дифференциальной диагностики

Ю.Э. Терегулов^{1, 2, 3}, М.М. Мангушева², И.И. Милютин³, Ф.Р. Чувашаева^{1, 3}, Ф.Н. Мухаметшина^{1, 3}

¹ Казанская государственная медицинская академия — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Казань, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Казань, Российская Федерация

³ Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения Республики Татарстан, г. Казань, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Блокада правой ножки пучка Гиса (БПНПГ) имеет характерные проявления на ЭКГ, однако, в клинической практике при ее сочетании с другой патологией – инфаркт миокарда, аритмогенная дисплазия правого желудочка, сочетанное поражение проводящей системы и т.д. в интерпретации могут возникать сложности. **Цель исследования.** Разработка критериев БПНПГ на основе трехмерного векторного анализа с оценкой скорости формирования пространственной векторной петли. **Материал и методы.** В основную группу вошли 64 пациента с БПНПГ, среди которых 42 мужчин и 22 женщины, средний возраст $31,1 \pm 9,62$ (M $\pm\sigma$) лет. Выделены пациенты с полной и неполной БПНПГ по принятым ЭКГ критериям. В контрольную группу включены 80 здоровых пациентов, средний возраст $31,5 \pm 6,3$ (M $\pm\sigma$) лет, из них 54 женщины и 26 мужчин. У всех пациентов была проведена синхронная запись 12 стандартных отведений с последующей реконструкцией трехмерной ВКГ с помощью программного обеспечения EasyECG Rest ATES Medica (Россия). **Результаты исследования и выводы.** Определены критерии БПНПГ на основе трехмерной ВКГ с анализом скорости трассировки пространственной векторной петли, которые сохраняют свою эффективность при сочетании с блокадой передневерхней ветви левой ножки пучка Гиса, а также позволяют проводить дифференциальную диагностику с инфарктами миокарда, с эпсилон волной при АДПЖ и другими заболеваниями сердечнососудистой системы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: блокада правой ножки пучка Гиса, электрокардиография, векторкардиография, собственная плоскость, индекс планарности, инфаркт миокарда, блокада передневерхней ветви левой ножки пучка Гиса, аритмогенная дисплазия правого желудочка.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Criteria for right bundle branch block based on three-dimensional vectorcardiography. Possibilities of differential diagnostics

Yu.E. Teregulov^{1, 2, 3}, M.M. Mangusheva², I.I. Miliutina³, F.R. Chuvashaeve^{1, 3}, F.N. Muhametshina^{1, 3}

¹ KSMA-Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH Russia, Kazan, Russian Federation

² FSBEI HE Kazan SMU MOH Russia, Kazan, Russian Federation

³ Republican Clinical Hospital Ministry of health Republic of Tatarstan, Kazan, Russian Federation

SUMMARY

Relevance. Right bundle branch block (RBBB) has characteristic manifestations on an ECG, however, in clinical practice, when combined with another pathology – myocardial infarction, arrhythmogenic right ventricular dysplasia, combined damage to the conduction system, etc. difficulties may arise in interpretation. **The purpose of the study.** Development of RBBB criteria based on three-dimensional vector analysis with an assessment of the rate of formation of a spatial vector loop. **Material and methods.** The main group included 64 patients with BPH, including 42 men and 22 women, with an average age of 31.1 ± 9.62 (M $\pm\sigma$) years. Patients with complete and incomplete RBBB were identified according to the accepted ECG criteria. The control group included 80 healthy patients with an average age of 31.5 ± 6.3 (M $\pm\sigma$) years, 54 of them women and 26 men. Synchronous recording of 12 standard leads was performed in all patients, followed by reconstruction of a three-dimensional ECG using the EasyECG Rest ATES Medica software (Russia). **The results of the study and conclusions.** The criteria of RBBB based on three-dimensional ECG with an analysis of the spatial vector loop tracing rate have been determined, which remain effective in combination with left anterior fascicular block, and also allow for differential diagnosis with myocardial infarction, with epsilon wave in arrhythmogenic right ventricular dysplasia and other diseases of the cardiovascular system.

KEYWORDS: right bundle branch block, electrocardiography, vectorcardiography, own plane, planarity index, myocardial infarction, left anterior fascicular block, arrhythmogenic right ventricular dysplasia.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Введение

Блокада правой ножки пучка Гиса (БПНПГ) – это нарушение проводимости сердца, характеризующееся замедлением или полным прекращением проведения импульсов возбуждения по правой ножке пучка Гиса.

Распространенность БПНПГ увеличивается с возрастом и выше у мужчин [1, 2]. Шведское исследование с участием мужчин из общей популяции сообщило, что совокупная частота БПНПГ составляет 1% в возрасте 50 лет и 18% в возрасте 80 лет [1]. В датском исследо-

вании с участием участников из общей популяции без предшествующих сердечно-сосудистых заболеваний распространенность составила 1,4% у мужчин и 0,5% у женщин [2]. Это исследование также доказало, что БПНПГ в значительной степени зависела от возраста, варьируя от 0,6% у женщин моложе 40 лет до 14,3% у мужчин старше 80 лет [2]. В исследовании Women's Health Initiative приняли участие женщины (средний возраст 63 года; 19% с сердечно-сосудистыми заболеваниями), распространенность БПНПГ у них составила 1,3% [3]. Среди участников National Health and Nutrition Examination Survey-III study (средний возраст 61 год; 53% женщин; 16% с ишемической болезнью сердца исходно) распространенность БПНПГ составила 2,3% [4]. Таким образом, распространенность БПНПГ можно оценить, как от 2% до 3% в общей популяции.

Неполная БПНПГ (НБПНПГ) зачастую является случайной находкой на ЭКГ. Считается, что ее распространенность в три и более раз выше по сравнению с полной БПНПГ (ПБПНПГ), при этом ее связь с пожилым возрастом меньше [1, 2].

БПНПГ может быть, как врожденным дефектом, так и возникать на фоне другой патологии, в частности, может развиваться на фоне гипертрофии правого желудочка, связанной с гипертензией малого круга кровообращения, и, безусловно, большая доля приходится на заболевания респираторно-легочной системы. Также она может возникнуть при эмболии легочной артерии или вследствие хирургического лечения врожденных пороков сердца. Нередко БПНПГ сопровождается инфарктом миокарда.

Клиническая значимость у пациентов с ПБПНПГ зависит от типа и тяжести любого заболевания сердца и наличия других нарушений проводимости. Как правило, у пациентов без явных заболеваний сердца БПНПГ считается доброкачественной и не предполагает у них повышенного риска [5], в то время как, у пациентов с сопутствующим заболеванием сердца долговременный прогноз, как правило, хуже, чем у пациентов без БПНПГ. Развитие данной патологии на фоне гипертонической болезни, сердечной недостаточности и кардиомегалии имеют неблагоприятный прогноз с существенным увеличением возможности летального исхода [6-10].

Основным методом диагностики БПНПГ является электрокардиография в 12-ти стандартных отведениях. Согласно описанию многочисленных авторов, выделяют следующие критерии ПБПНПГ [11-14]:

- продолжительность комплекса QRS $\geq 0,12$ с;
- в отведениях V1 и V2 конфигурация QRS в форме rSR' с широким поздним R';
- в отведениях I, aVL V5-V6 регистрируется широкий S. Критериями НБПНПГ являются [11-14]:
- продолжительность QRS $< 0,12$ с;
- в отведении V1 (V2) регистрируется rsr' с поздним r' (R');
- в отведениях I, aVL V5-V6 регистрируется уширенный S.

Хотя БПНПГ имеет яркие характерные проявления на ЭКГ, в клинической практике при интерпретации могут возникать определенные сложности. Так, например, трудно диагностировать гипертрофию правого желудоч-

ка на фоне БПНПГ, еще более серьезные проблемы возникают при нарушении коронарного кровообращения, особенно нижней стенки левого желудочка. Также необходимо дифференцировать признаки БПНПГ с эпсилон-волной при аритмогенной дисплазии правого желудочка (АДПЖ) – генетически обусловленной первичной кардиомиопатии, характеризующейся замещением мышечной ткани правого желудочка на фиброзно-жировую и ассоциированной с желудочковыми аритмиями [15].

Кроме того, при НБПНПГ электрокардиографические проявления могут значительно варьироваться – от изменения QRS только в отведении V1 (зубчатость или появление терминального r') до морфологических признаков БПНПГ во всех отведениях, но QRS при этом менее 0,12 с [16]. Таким образом, электрокардиографическая диагностика нарушения проведения по правой ножке пучка Гиса имеет существенное клиническое значение, но имеющиеся трудности диктуют необходимость изучения особенностей распространения волны возбуждения при БПНПГ. С этой целью рядом исследователей был использован метод векторкардиографии (ВКГ) в ортогональных плоскостях. При БПНПГ происходит запаздывание возбуждения правой части межжелудочковой перегородки и правого желудочка, в результате чего петля QRS разделена на две части: начальная соответствует процессу деполяризации левого желудочка и однонаправленной (слева направо) деполяризации межжелудочковой перегородки, терминальная часть – появляется во время запаздывающего возбуждения правого желудочка [16]. Таким образом, критерием БПНПГ в ортогональной ВКГ является направление конечной части петли QRS вперед, вправо и вверх [17, 18].

В тоже время, ВКГ в ортогональной системе координат не дает полного представления о характеристиках фронта волны возбуждения, особенно при ее сочетании с другой патологией. Мы считаем необходимым учитывать скоростные показатели распространения возбуждения в формировании петли QRS. Возможность ответить на возникшие вопросы дает трехмерная ВКГ.

Цель исследования

Целью нашего исследования явилась разработка критериев БПНПГ на основе трехмерного векторного анализа с оценкой скорости формирования пространственной векторной петли.

Материал и методы исследования

В основную группу были включены 64 пациента с БПНПГ, среди которых 42 мужчин и 22 женщины. Средний возраст группы составил $31,1 \pm 9,62$ (M \pm σ) лет.

Основная группа была разделена на две подгруппы. В первую подгруппу вошли 38 пациентов (22 мужчин и 16 женщин), ЭКГ которых соответствовало критериям ПБПНПГ.

Во вторую подгруппу были включены 26 человек, среди которых 20 мужчин и 6 женщин. Критерии для включения во вторую подгруппу соответствовали критериям для НБПНПГ.

В контрольную группу были включены 80 здоровых пациентов, показатели ЭКГ которых соответствовали нормальным значениям. Средний возраст пациентов данной группы составил $31,5 \pm 6,3$ ($M \pm \sigma$) лет, из них 54 женщин и 26 мужчин.

У всех пациентов была проведена синхронная запись 12 стандартных отведений ЭКГ в ИС «Единый кардиолог Республики Татарстан» с последующей реконструкцией с помощью программного обеспечения EasyECG Rest ATES Medica (Россия) в трехмерную ВКГ по системе МакФи – Парунгао и анализом скорости формирования векторной петли.

По данным трехмерной ВКГ проводился анализ следующих параметров:

- амплитуда максимального пространственного вектора QRS (QRS_{max});
- площадь поверхности трехмерной петли QRS (Sn);
- площадь проекции на собственную плоскость петли QRS (Sc); собственная плоскость рассчитывается математически, как плоскость, в которой проекция векторной петли имеет наибольшую площадь [19];
- индекс планарности (PI) – является количественной оценкой степени отклонения пространственной петли ВКГ от основной плоскости (Sc). Определяется в процентах по формуле:

$$PI = (Sc/Sn) \times 100\%,$$

если PI составляет 100%, то векторная петля плоская, снижение показывает степень отклонения от плоскостности [20].

Оценивалась форма петли QRS с помощью индекса округлости (RI), который измерялся как отношение площади собственной плоскости петли QRS (Sc) к квадрату максимального вектора QRS (QRS_{max}), проходящего через начало петли QRS [21]:

$$RI = Sc/QRS_{max}^2.$$

Построены графики изменения амплитуды пространственного вектора и скорости формирования (трассировки) пространственной векторной петли в XYZ.

Статистический расчет полученных данных проводился с помощью программ Microsoft Excel и Statistica 8. Данные представлены средних значений и стандартного отклонения ($M \pm \sigma$). Нормальность распределения выборок определялось критерием Шапиро – Уилка. Для определения достоверности результатов было проведено вычисление вероятности различий (p) с помощью параметрического непарного метода Стьюдента с требуемым уровнем значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

По стандартным 12-канальным электрокардиограммам были рассчитаны продолжительность QRS, электрическая ось сердца (ЭОС) в градусах. Рассчитаны следующие параметры трехмерной ВКГ: амплитуда максимального вектора, площадь трехмерной петли, площадь петли в собственной плоскости, индекс планарности и индекс округлости. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1
Параметры ЭКГ и трехмерной ВКГ

Показатели	Контрольная группа (n=80) $M \pm \sigma$	ПБПНПГ (n=38) $M \pm \sigma$	НБПНПГ (n=26) $M \pm \sigma$	p	p*
QRS (мс)	$93,6 \pm 5,2$	$144,9 \pm 11,6$	$112,5 \pm 3,47$	$<0,001$	$<0,001$
ЭОС в градусах	$51,3 \pm 29,2$	$79,5 \pm 33,5$	$44,8 \pm 38,2$	$<0,001$	0,364
QRS_{max} (мкВ)	1728 ± 407	$1631 \pm 383,8$	$1766 \pm 420,8$	0,221	0,449
Sn (мВ ²)	$1,98 \pm 0,98$	$1,31 \pm 0,69$	$2,21 \pm 0,97$	$<0,001$	0,229
Sc (мВ ²)	$1,89 \pm 0,95$	$1,12 \pm 0,69$	$2,1 \pm 0,98$	$<0,001$	0,878
PI (%)	$95,3 \pm 2,5$	$66,6 \pm 23,8$	$93,5 \pm 6,7$	$<0,001$	0,025
RI	$0,66 \pm 0,19$	$0,53 \pm 0,28$	$0,71 \pm 0,26$	0,086	0,449

Примечание: p – вероятность различия параметров группы контроля и подгруппы ПБПНПГ, определенных методом Стьюдента, p* – вероятность различия параметров группы контроля и подгруппы НБПНПГ, определенных методом Стьюдента.

Согласно полученным данным, значимое различие наблюдалось между исследуемыми группами в продолжительности комплексов QRS. Достоверно различалось положение ЭОС у пациентов с ПБПНПГ в сравнении с контрольной группой: при ПБПНПГ более характерно вертикальное положение ЭОС. Показатели Sn и Sc , были сниженные относительно данных контрольной группы.

При НБПНПГ различия были выявлены только по ширине комплекса QRS, остальные данные соответствовали группе контроля.

У здоровых пациентов по данным ВКГ пространственные петли находятся преимущественно в одной плоскости, что отображает фронт волны возбуждения миокарда. PI в данной группе обследуемых близок к 100%.

У пациентов с ПБПНПГ наблюдается четкое разделение петли QRS на две части. Начальная часть по форме близка к векторной петле здорового человека и отображает распространение волны деполяризации по левому желудочку, конечная часть отклонена вправо вперед и вверх (иногда вниз), что соответствует запаздывающему возбуждению правого желудочка. На конечной части петли наблюдается перегиб, соответствующий «перелому» фронта волны возбуждения за счет изменения его направления при поздней деполяризации правого желудочка. Наиболее показательна в этом отношении горизонтальная плоскость. Наименее демонстративной является фронтальная плоскость. Наличие перегиба фронта возбуждения приводит к снижению PI ($66,6 \pm 23,8\%$).

Для подгруппы с НБПНПГ также характерно отклонение конечной части петли QRS вверх, вперед и вправо с формированием перегиба, однако данные изменения формы петли выражены значительно слабее по сравнению с первой подгруппой. Может отсутствовать значимое снижение PI.

Пациентам основной и контрольной групп был проведен анализ графика скорости трассировки пространственной векторной петли.

Согласно данным трехмерной ВКГ продемонстрировано наличие у здоровых лиц на графике скорости

Таблица 2
Скорость формирования пространственной векторной петли

Группы пациентов	Пик L M±σ		Расщепление S M±σ		Пик R M±σ		L/R M±σ	L/S M±σ
	Максимальная скорость, мВ/с	Время от начала QRS, мс	Максимальная скорость, мВ/с	Время от начала QRS, мс	Максимальная скорость, мВ/с	Время от начала QRS, мс		
ПБПНПГ n=38	4,96±1,19	52,6±6,8	0,29±0,16	92,2±9,67	1,06±0,38	115,2±11,03	5,11±1,88 1,78-10,02	23,8±18,3 7,1-90,5
НБПНПГ n=26	5,6±1,15	51,7±7,8	1,1±0,62	76,9±10,2	1,41±0,79	87,7±11,4	5,52±4,18	6,69±3,78

трассировки пространственной петли одного пика с расщепленной вершиной, отображающего возбуждение преимущественно левого желудочка. Максимальная скорость трассировки петли в группе контроля составила $5,4 \pm 1,4$ мВ/с, время от начала комплекса QRS до пика – $31,1 \pm 5,4$ мс.

Скоростные показатели основной группы представлены в таблице 2. У пациентов с ПБПНПГ наблюдается с расщепление графика скорости с формированием дополнительного пика в конечной части. Пик L соответствует распространению волны возбуждения по левому желудочку по неизменной левой ножке п. Гиса, затем следует глубокое расщепление S со значительным снижением скорости (соотношение L/S составляет $23,8 \pm 18,3$, при этом диапазон значений находится в пределах 7,1–90,5). Расщепление S соответствует перегибу петли QRS в конечной части. После расщепления формируется дополнительный пик R, отражающий ход волны возбуждения по блокированному правому желудочку. Скорость пика R снижена относительно пика L, среднее соотношение L/R равняется $5,11 \pm 1,88$ с диапазоном значений 1,78–10,02.

На графике скорости трассировки петли QRS при НБПНПГ подобным же образом формируется дополнительный расщепление S и дополнительный пик R, однако в ряде случаев указанные изменения графика выражены слабее, чем у пациентов с ПБПНПГ.

Таким образом, выявлены следующие ВКГ признаки БПНПГ по данным трехмерной ВКГ.

- Продолжительность QRS при ПБПНПГ ≥ 120 мс, при НБПНПГ 101–119 мс.
- Форма петли: регистрируется 2 экстремума, 1-й экстремум имеет направление в зависимости от положение ЭОС, 2-й экстремум регистрируется в последние 30–40 мс, направлен вправо, вперед и вверх (относительно 1 экстремума).
- Имеется «перегиб» векторной петли на 2-м экстремуме, более выраженный при ПБПНПГ, что может привести к снижению индекса планарности менее 90%. При НБПНПГ «перегиб» менее выражен, индекс планарности, как правило, более 90%
- Определяется замедление скорости трассировки пространственной векторной петли в конечной ее части в последние 30–40 мс. Кривая скорости имеет 2 пика. Пиковая скорость 2-го экстремума значительно ниже 1-го.

ЭКГ и ВКГ пациентов основной и контрольной групп представлены на рис. 1–3.

На рис. 1 представлены ЭКГ и ВКГ здоровой пациентки 18 лет. На ЭКГ: QRS = 80 мс, угол α QRS = $+99^\circ$. На ВКГ мы можем наблюдать плоскую петлю QRS, по форме приближающуюся к овалу, отсутствуют перегибы, дополнительные экстремумы. На графике скорости один расщепленный на вершине пик.

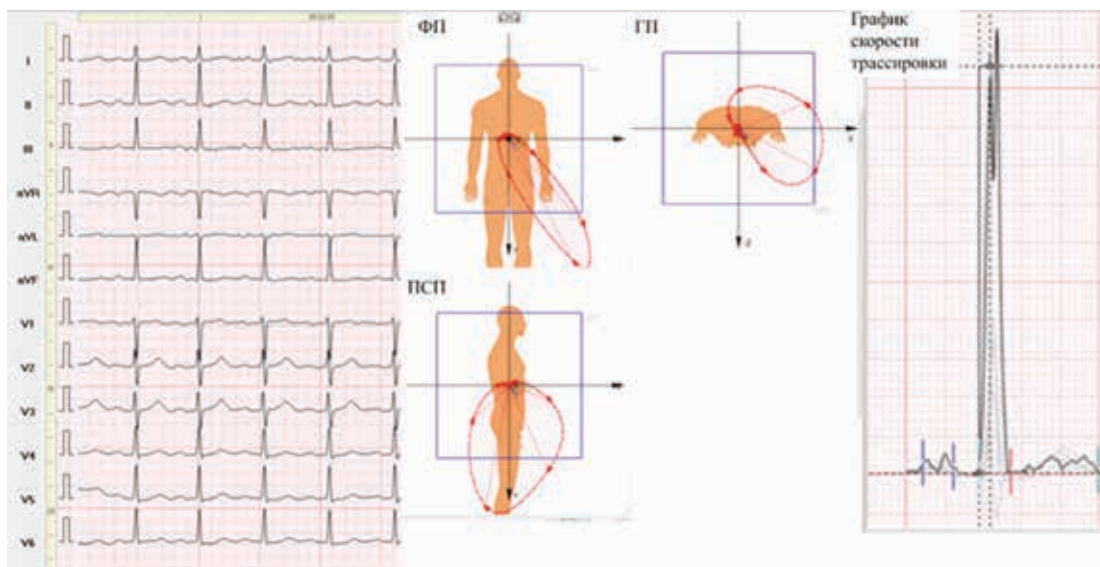


Рисунок 1. ЭКГ и ВКГ здорового человека



Рисунок 2. ЭКГ и ВКГ при ПБПНПГ

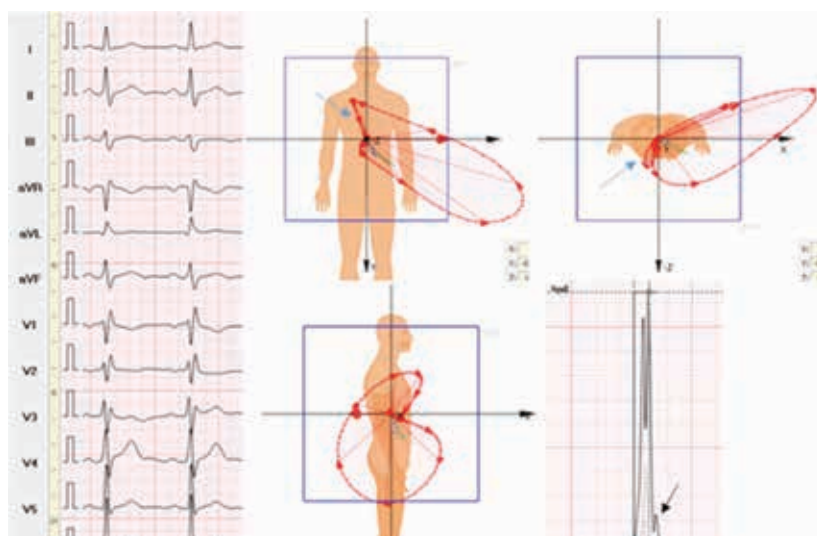


Рисунок 3. ЭКГ и ВКГ при НБПНПГ

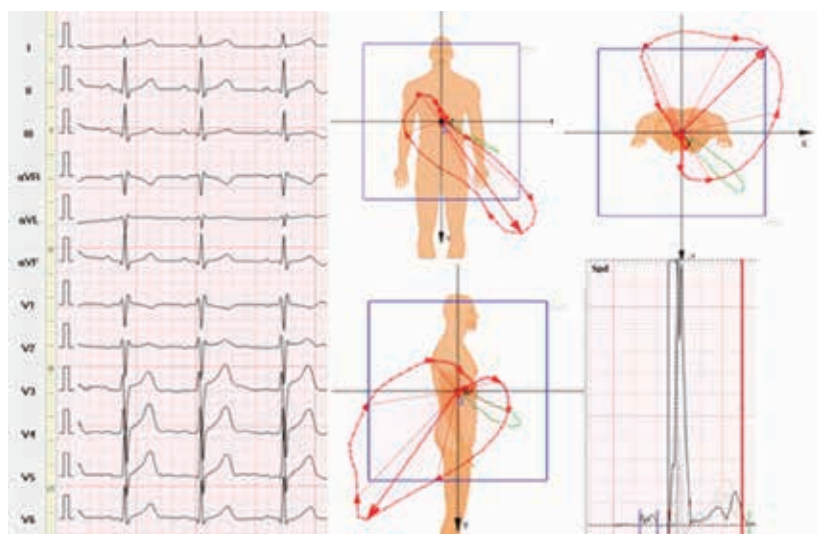


Рисунок 4. ЭКГ и ВКГ пациента, ЭКГ которого имитирует НБПНПГ

Рассмотрим ЭКГ и ВКГ пациентки 38 лет с изолированной ПБПНПГ без структурных изменений сердца (рис. 2).

ЭКГ: QRS = 150 мс, угол α QRS = +99°, в V1 – rSR', в V5-V6 широкие S. По данным ВКГ наблюдается снижение PI = 76%, RI = 0,386. В горизонтальной плоскости продемонстрировано разделение петли QRS на начальную часть, похожую на формирование петли в норме, и конечную часть, направленную вперед и вправо. Вращение петли в горизонтальной плоскости против часовой стрелки. В правой сагиттальной плоскости наблюдается вращение петли вначале по часовой стрелке, затем смена направления и вращение против часовой стрелки. Синяя стрелка на изображении в горизонтальной плоскости отмечает место перегиба в конечной части петли, соответствующее глубокому расщеплению S на графике скорости трассировки петли (отмечено синей стрелкой).

Рассмотрим ЭКГ и ВКГ пациента 20 лет с НБПНПГ без структурных изменений сердца (рис. 3).

На ЭКГ: QRS = 116 мс, угол α QRS = +13°, в V1 комплекс типа rSR. По ВКГ данным PI = 94%, что соответствует нормальным значениям. Голубыми стрелками на рисунке обозначен 2-й экстремум, направленный вправо, вперед и вверх. В правой сагиттальной плоскости направление ротации петли по часовой стрелке, в горизонтальной плоскости – против часовой стрелки. На графике скорости трассировки петли QRS черной стрелкой указан дополнительный пик R, отмечающий замедление проведения по правой ножке п. Гиса.

В ходе нашего исследования был выявлен пациент 18 лет, ЭКГ которого было сходным с ЭКГ при НБПНПГ: в V1 – rSr', угол α QRS = +72 гр., PI = 95%, однако продолжительность QRS составляла 94 мс (рис. 4), что отличалось от картины НБПНПГ. При этом на графике скорости замедление в конечной части полностью отсутствовало. В связи с этим мы пришли к выводу, что в данном случае ЭКГ-проявления связаны с особенностями расположения сердца в грудной клетке и направлением вектора деполяризации базальной части желудочков вправо и вперед.

Возможность использования, выявленных нами ВКГ-критериев БПНПГ при ее сочетании с передневерхним полублоком, инфарктом миокарда и для дифференциальной диагностики с эпсилон волной при АДПЖ, продемонстрирована на рис. 5–7.

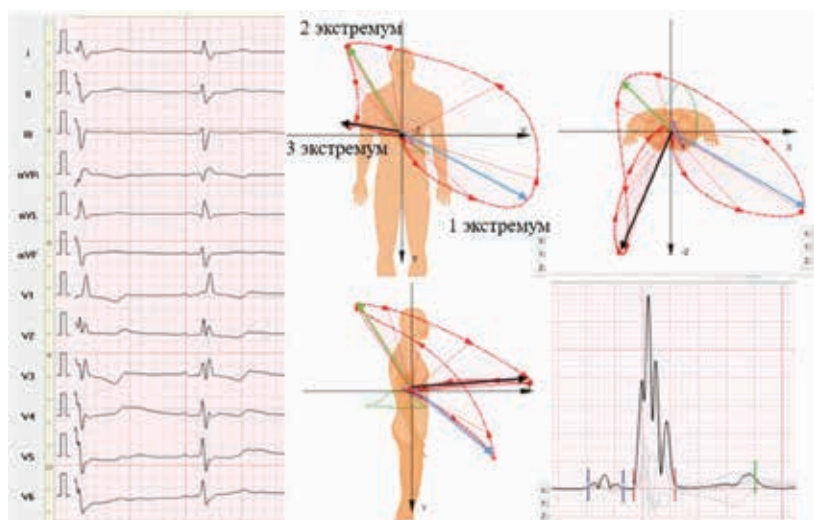


Рисунок 5. ЭКГ и ВКГ при ПБПНПГ и БПВВЛНПГ

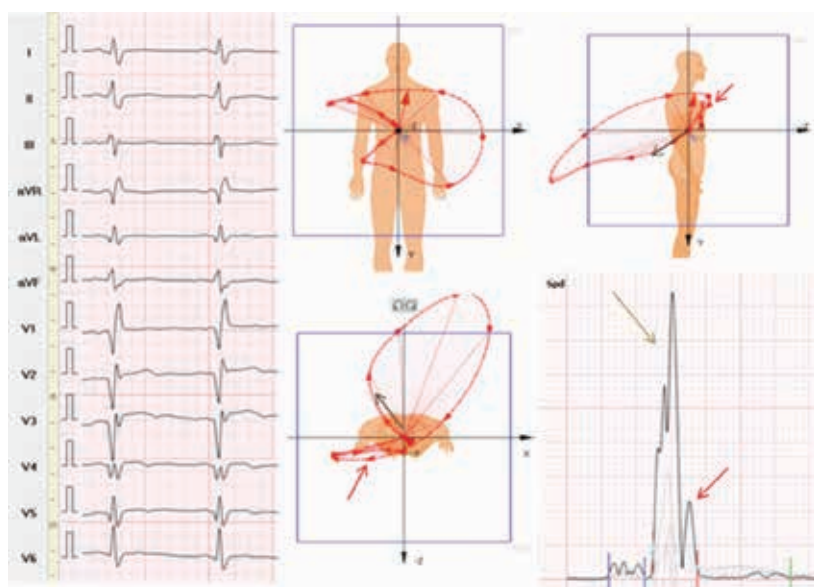


Рисунок 6. ЭКГ и ВКГ пациента с ПБПНПГ и передним инфарктом миокарда

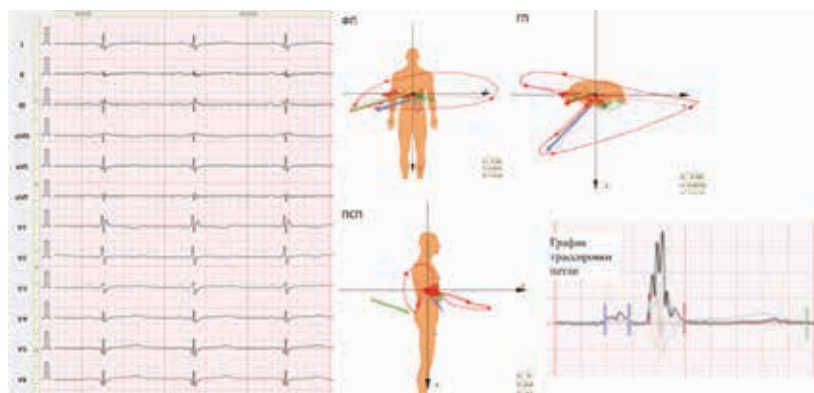


Рисунок 7. ЭКГ и ВКГ пациента с АДПЖ

Высокую клиническую значимость имеет сочетание БПНПГ и блокады передневерхней ветви левой ножки пучка Гиса (БПВВЛНПГ), поскольку это может быть связано с наличием врожденной патологией проводящей системы сердца, как, например, болезнь Ленегра, а также может быть приобретенной в результате гиперкалиемии, травм грудной клетки и т. д. [22].

Рассмотрим пример ЭКГ и ВКГ при сочетании ПБПНПГ и БПВВЛНПГ.

На рис. 5 представлены ЭКГ и ВКГ пациента 80 лет с ПБПНПГ в сочетании с БПВВЛНПГ. На ЭКГ: QRS = 148 мс, угол α QRS = -92° , в V1 – rSR', глубокие S в грудных отведениях до V6. На ВКГ во фронтальной плоскости направление ротации петли QRS против часовой стрелки, отмечаются три экстремума, первый направлен влево вперед и вниз (голубая стрелка), второй – вправо вверх и назад (зеленая стрелка), третий экстремум направлен вверх, вправо и вперед (черная стрелка). На третьем экстремуме происходит «перелом» фронта волны возбуждения, PI = 69%. 2-й экстремум приходится на 73 мс от начала комплекса QRS, 3-й экстремум – на 97 мс. Направление ротации петли в горизонтальной плоскости и 2-й экстремум соответствуют представленным ранее критериям БПВВЛНПГ [21]. График трассировки скорости петли соответствует графику скорости при ПБПНПГ. Таким образом, оба нарушения проводимости сохраняют свои характерные признаки на ВКГ, кроме того, ВКГ позволяет дифференцировать по времени замедление по передневерхней ветви левой ножки п. Гиса и БПНПГ.

На рис. 6 представлены ЭКГ и ВКГ пациента 48 лет с ПБПНПГ и обширным передним инфарктом миокарда. На ЭКГ QRS = 142 мс, в V1-V5 комплекс приобретает вид QR, на ВКГ PI = 82%.

В данном случае наблюдается отклонение начальных сил назад, вызванное отсутствием потенциалов передней стенки правого желудочка (коричневая стрелка), в то время как конечная часть петли QRS, представляющая деполяризацию правого желудочка, направлена вправо, вперед и вверх. На графике скорости трассировки пространственной петли замедление в конечной части отмечено красной стрелкой, что полностью соответствует картине БПНПГ. Таким образом, ВКГ позволяет определить как инфарктные изменения передней стенки левого желудочка, так и признаки БПНПГ.

Возникают затруднения в интерпретации изменений ЭКГ в отведении V1 при АДПЖ – необходимо дифференцировать БПНПГ с эпсилон волной, характерной для данной патологии. Приводим клинический пример пациента 40 лет с АДПЖ, данные которого предоставлены Л.Ф. Салымовой [23].

Диагноз АДПЖ подтвержден при помощи МРТ, у пациента наблюдаются фиброзные изменения и жировая инфильтрация передней стенки правого желудочка, при этом правый желудочек расширен, толщина свободной стенки правого желудочка 3–4 мм, также отмечаются субэпикардальные зоны некоронарного фиброза боковой и нижней стенок левого желудочка на базальном, среднем и апикальном уровне. В анамнезе пациента пароксизмальные желудочковые тахикардии с синкопальными состояниями, имплантирован кардиовертер-дефибриллятор. На ЭКГ QRS = 136 мс, угол α QRS = +161°, в V1 формировался комплекс QRS типа rsr' (рис. 7), что создавало впечатление блокады правой ножки п. Гиса. Данный паттерн на ЭКГ формируется эпсилон волной, отражающей замедление распространения возбуждения в выводном тракте правого желудочка за счет деструктивного перерождения миокарда. На ВКГ особенность распространения волны возбуждения проявляется перегибом в конечной части петли QRS с небольшим замедлением скорости формирования петли и образованием низкоамплитудного пика на графике скорости, снижением PI до 76% за счет замещения части сократительного миокарда фиброзно-жировым субстратом. При этом конечная часть петли QRS, в отличие от ПБПНПГ, направлена не вверх и вперед, а вниз и назад. Начальный зубец R в отведении V1 до 7 мм и значительное увеличение на ВКГ начального вектора относительно нормы свидетельствует об относительной гипертрофии миокарда межжелудочковой перегородки на фоне снижения электрической активности измененного миокарда правого желудочка.

Значительная фрагментация графика скорости трассировки петли позволяла заподозрить распространение патологического процесса и на левый желудочек, что было подтверждено МРТ данными. Данный случай демонстрирует возможности дифференциальной диагностики БПНПГ по данным ВКГ с эпсилон волной, характерной для АДПЖ.

Заключение

В нашей работе были определены критерии БПНПГ на основе трехмерной ВКГ с анализом скорости трассировки пространственной векторной петли, которые сохраняют свою эффективность при сочетании с блокадой передневерхней ветви левой ножки пучка Гиса, а также позволяют проводить дифференциальную диагностику с инфарктами миокарда, с эпсилон волной при АДПЖ и другими заболеваниями сердечнососудистой системы.

Список литературы / References

- Eriksson P., Hansson P.O., Eriksson H., Dellborg M. Bundle-branch block in a general male population: the study of men born 1913. *Circulation*. 1998;98(22):2494–2500. doi: 10.1161/01.CIR.98.22.2494.
- Bussink B.E., Holst A.G., Jespersen L., Deckers J.W., Jensen G.B., Prescott E. Right bundle branch block: prevalence, risk factors, and outcome in the general population: results from the Copenhagen City Heart Study. *Eur. Heart J.* 2013;34(2):138–146. doi: 10.1093/eurheartj/ehs291

- Zhang Z.M., Rautaharju P.M., Soliman E.Z., et al. Mortality risk associated with bundle branch blocks and related repolarization abnormalities (from the Women's Health Initiative [WHI]). *Am. J. Cardiol.* 2012;110(10):1489–1495. doi: 10.1016/j.amjcard.2012.06.060.
- Badheka A.O., Singh V., Patel N.J., et al. QRS duration on electrocardiography and cardiovascular mortality (from the National Health and Nutrition Examination Survey-III). *Am. J. Cardiol.* 2013;112(5):671–677. doi: 10.1016/j.amjcard.2013.04.040.
- Ikedo T. Right Bundle Branch Block: Current Considerations. *Curr Cardiol Rev.* 2021;17(1):24–30. doi: 10.2174/1573403X16666200708111553. PMID: 32640959; PMCID: PMC8142372.
- Hesse B., Diaz L.A., Snader C.E., Blackstone E.H., Lauer M.S. Complete bundle branch block as an independent predictor of all-cause mortality: report of 7,073 patients referred for nuclear exercise testing. *Am. J. Med.* 2001;110(4):253–259. doi: 10.1016/S0002-9343(00)00713-0.
- Freedman R.A., Alderman E.L., Sheffield L.T., Saporito M., Fisher L.D. Bundle branch block in patients with chronic coronary artery disease: angiographic correlates and prognostic significance. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1987;10(1):73–80. doi: 10.1016/S0735-1097(87)80162-6.
- Barsheshet A., Goldenberg I., Garty M., et al. Relation of bundle branch block to long-term (four-year) mortality in hospitalized patients with systolic heart failure. *Am. J. Cardiol.* 2011;107(4):540–544. doi: 10.1016/j.amjcard.2010.10.007.
- Rasmussen P.V., Skov M.W., Ghose J., et al. Clinical implications of electrocardiographic bundle branch block in primary care. *Heart*. 2019;105(15):1160–1167. doi: 10.1136/heartjnl-2018-314295.
- Xiong Y., Wang L., Liu W., Hankey G.J., Xu B., Wang S. The prognostic significance of right bundle branch block: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Clin. Cardiol.* 2015;38(10):604–613. doi: 10.1002/clc.22454.
- Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии - 9-е изд., испр. – Москва: ООО «Медицинское информационное агентство», 2017. 560 с.
- Orlov V.N. Manual of electrocardiography - 9th ed., ispr. – Moscow: LLC «Medical Information Agency», 2017. 560 p.
- Кушаковский М.С., Гришкин Ю.Н. Аритмии сердца (Расстройства сердечного ритма и нарушения проводимости. Причины, механизмы, электрокардиографическая и электрофизиологическая диагностика, клиника, лечение): Руководство для врачей. – 4-е изд., испр. и доп. – СПб., ООО «Издательство Фолиант», 2014. – 720 с.
- Kushakovskiy M.S., Grishkin Yu.N. Cardiac arrhythmias (Heart rhythm disorders and conduction disorders. Causes, mechanisms, electrocardiographic and electrophysiological diagnostics, clinic, treatment): A guide for doctors. – 4th ed., corr. and exp. – St. Petersburg, LLC «Foliant Publishing House», 2014. – 720 p..
- Де Луна А.Б. Руководство по клинической ЭКГ: Пер. с англ. – М.: Медицина, 1993. – 704 с.
- De Luna A.B. Guidelines for clinical ECG: Translated from English – M.: Medicine, 1993. – 704 p.
- Хайт Г.Я. Основы диагностики клинической электрокардиологии. – М.: АНМИ, 2003. – 329 с.
- Hait G.Ya. Fundamentals of diagnostics of clinical electrocardiology. – M.: ANMI, 2003. – 329 p.
- Tabib A., Loire R., Chalabreysse L., Meyronnet D., Miras A., Malicier D., et al. Circumstances of death and gross and microscopic observations in series of 200 cases of sudden death associated with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy and/or dysplasia. *Circulation*. 2003; 108 (24): 3000 – 5.
- Кушаковский М.С., Журавлева Н.Б. Аритмии и блокада сердца: (атлас электрокардиограмм) – издание 2-е, стереотипное. – Л.: Медицина, 1983. – 340 с.
- Kushakovskiy M.S., Zhuravleva N.B. Arrhythmias and heart block: (atlas of electrocardiograms) – 2nd edition, stereotypical. – L.: Medicine, 1983. – 340 p.
- Bialostosky D., Medrano G. A., Munoz L., Contreras R. Vectorcardiographic study and anatomic observations in 21 cases of Ebstein's malformations. – *Am. J. Cardiol.*, 1972, 30, 354.
- De Artaza M., Aznar J., Bayes de Luna A., Cosin J. et al. Criterios VCG: Conclusiones Comité Hispano – Luso. – *Rev. Esp. Cardiol.*, 1982, 35, 205.
- Титомир Л.И., Руткай-Недешский И. Анализ ортогональной электрокардиограммы. М.: Наука, 1990. 198 с.
- Titomir L.I., Rutkai-Nedetsky I. Analysis of an orthogonal electrocardiogram. M.: Nauka, 1990. 198 p.
- Sedaghat G., Ghafoori E., Waks JW, Kabir MM, Shvilkin A, Josephson ME, Tereshchenko LG. Quantitative Assessment of Vectorcardiographic Loop Morphology. *J Electrocardiol.* 2016 Mar-Apr;49(2):154–63. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2015.12.014.
- Терегулов Ю.Э., Ацель Е.А., Ганиева С.Ф., Терегулова Е. Т., Максимова М.С., Терегулов А.Ю., Камалетдинова З.А. Трехмерный векторный анализ ЭКГ в диагностике блокады передневерхней ветви левой ножки пучка Гиса. Медицинский алфавит. Современная функциональная диагностика. 2023; (15): 28–34. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-15-28-34>.
- Teregulov Yu.E., Atsel E.A., Ganieva S.F., Teregulova E.T., Maksimova M.S., Teregulov A.Yu., Kamaliddinova Z.A. Three-dimensional vector ECG analysis in the diagnosis of the left anterior fascicular block. *Medical alphabet*. 2023;1(15):28-34. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-15-28-34>.
- Tereshchenko, L. G. (2018). Left anterior fascicular block: The need for a re-appraisal. *International Journal of Cardiology*, 269, 31-32. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.07.079>.
- Салымова Л.Ф. Оценка электрофизиологических механизмов желудочковых эктопий при аритмогенной дисплазии правого желудочка. Медицинский алфавит. Современная функциональная диагностика. 2024; (22): 20–27. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-20-27>
- Salyamova L.F. Assessment of electrophysiological mechanisms of ventricular ectopia in arrhythmogenic right ventricular dysplasia. *Medical alphabet*. 2024;(22): 20–27. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-20-27>

Информация об авторах

Терегулов Юрий Эмильевич^{1,2,3}, д.м.н., доцент, заведующий кафедрой функциональной диагностики, доцент кафедры госпитальной терапии, заведующий отделением функциональной диагностики
E-mail: tereg2@mail.ru. ORCID: 0000-0001-91204-142X

Мангушева Марзия Мухаметшевна², к.м.н., доцент кафедры госпитальной терапии
E-mail: rkb_nauka@rambler.ru. ORCID: 0000-0002-6425-4216

Милиутина Ирина Игоревна³, врач функциональной диагностики
E-mail: miliutina_irina@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8261-8741

Чувашаева Фарида Рамзиевна^{1,3}, ассистент кафедры функциональной диагностики, врач-кардиолог
E-mail: faridaram@mail.ru. ORCID: 0000-0002-8571-2685.

Мухаметшина Фарида Наилевна^{1,3}, ассистент кафедры функциональной диагностики, врач функциональной диагностики отделения функциональной диагностики
E-mail: farida.mukhametshina@rambler.ru. ORCID: 0009-0002-2512-2015

¹ Казанская государственная медицинская академия — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Казань, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Казань, Российская Федерация

³ Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения Республики Татарстан, г. Казань, Российская Федерация

Контактная информация:

Терегулов Юрий Эмильевич. E-mail: tereg2@mail.ru

Author information

Teregulov Yu.E.^{1,2,3}, MD, PhD, Head of the Department of Functional Diagnostics, Associate Professor of the Department of Hospital Therapy, Head of the Department of Functional Diagnostics
E-mail: tereg2@mail.ru. ORCID: 0000-0001-91204-142X

Mangusheva M.M.², PhD, Associate Professor of the Department of Hospital Therapy
E-mail: rkb_nauka@rambler.ru. ORCID: 0000-0002-6425-4216

Miliutina I.I.³, the doctor of functional diagnostics at the remote diagnostic center
E-mail: miliutina_irina@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8261-8741

Chuvashaeva F.R.^{1,3}, assistant Lecturer of the Department of Functional Diagnostics, the cardiologist at the remote diagnostic center
E-mail: faridaram@mail.ru. ORCID: 0000-0002-8571-2685.

Muhametshina F.N.^{1,3}, assistant Lecturer of the Department of Functional Diagnostics, the doctor of functional diagnostics
E-mail: farida.mukhametshina@rambler.ru. ORCID: 0009-0002-2512-2015

¹ KSMA-Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH Russia, Kazan, Russian Federation

² FSBEI HE Kazan SMU MOH Russia, Kazan, Russian Federation

³ Republican Clinical Hospital Ministry of health Republic of Tatarstan, Kazan, Russian Federation

Contact information

Teregulov Yu.E. E-mail: tereg2@mail.ru

Для цитирования: Терегулов Ю.Э., Мангушева М.М., Милиутина И.И., Чувашаева Ф.Р., Мухаметшина Ф.Н. Критерии блокады правой ножки пучка Гиса на основе трехмерной векторкардиографии. Возможности дифференциальной диагностики Медицинский алфавит. 2025;(4):17–24. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-4-17-24>

For citation: Teregulov Yu.E., Mangusheva M.M., Miliutina I.I., Chuvashaeva F.R., Muhametshina F.N. Criteria for right bundle branch block based on three-dimensional vectorcardiography. Possibilities of differential diagnostics. Medical alphabet. 2025;(4):17–24. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-4-17-24>

