

Трехмерный векторный анализ ЭКГ в диагностике блокады передневерхней ветви левой ножки пучка Гиса

Ю. Э. Терегулов^{1,2,4}, Е. А. Ацель¹, С. Ф. Ганиева¹, Е. Т. Терегулова¹, М. С. Максимова¹,
А. Ю. Терегулов^{3,4}, З. А. Камалетдинова⁵

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

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

³ ФГАУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Россия, г. Казань

⁴ Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения Республики Татарстан, г. Казань

⁵ Научно-клинический и образовательный центр по специальности «Лучевая диагностика и ядерная медицина» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург

РЕЗЮМЕ

Актуальность исследования обусловлена сложностью дифференциальной диагностики блокады передневерхней ветви левой ножки пучка Гиса (БПВАНП) с перенесенным инфарктом миокарда и гипертрофией левого желудочка на основании стандартной ЭКГ. **Цель исследования.** Определение критериев БПВАНП по данным трехмерной векторкардиографии с анализом скорости формирования векторной петли. **Материал и методы.** В исследование включено 85 пациентов, которым было проведено ЭКГ исследование в 12 отведениях. Отобраны 2 группы пациентов. Основная группа 56 пациентов с БПВАНП средний возраст составил 63,3±16,6 (M±σ) лет, из них 34 мужчины и 22 женщины. Контрольная группа включала 29 здоровых лиц, средний возраст составил 21,4±2,5 (M±σ) лет, из них 12 мужчин и 17 женщин. Всем пациентам была проведена синхронная регистрация 12 стандартных отведений ЭКГ в ИС «Единый кардиолог Республики Татарстан» и проведена реконструкция трехмерной векторкардиограммы по системе МакФи-Парунгао с анализом скорости формирования векторной петли, используя программное обеспечение EasyECG Rest ATES Medica (Россия). **Результаты исследования и выводы.** Показано, что для БПВАНП характерно во фронтальной плоскости движение векторной петли против часовой стрелки; наличие 2-х экстремумов, второй направлен вверх, направо и назад. На графике скорости формирования пространственной векторной петли регистрируются 2 пика со снижением скорости в конечной части петли QRS в 2–2,5 раза относительно первого пика, что отражает замедление возбуждения миокарда в выходном отделе левого желудочка.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: блокада передневерхней ветви левой ножки пучка Гиса, векторкардиография, собственная плоскость, индекс планарности, электрокардиография, инфаркт миокарда нижней стенки.

Three-dimensional vector ECG analysis in the diagnosis of the left anterior fascicular block

Yu. E. Teregulov^{1,2,3}, E. A. Atsel¹, S. F. Ganieva¹, E. T. Teregulova¹, M. S. Maksimova¹, A. Yu. Teregulov^{3,4},
Z. A. Kamaletdinova⁵

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

⁴ Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation

⁵ Scientific, Clinical and Educational Center for Radiation Diagnostics and Nuclear Medicine FSBEI HE St. Petersburg State University, St. Petersburg

SUMMARY

The relevance of the study is due to the complexity of the differential diagnosis of left anterior fascicular block (LAFB) with myocardial infarction and left ventricular hypertrophy based on a standard ECG. **Aim.** Determination of the criteria for LAFB according to the data of three-dimensional vectorcardiography with an analysis of the rate of formation of the vector loop. **Material and research methods.** The study included 85 patients who underwent a 12-lead ECG study. 2 groups of patients were selected. The main group of 56 patients with LAFB, mean age was 63.3±16.6 (M±σ) years, 34 men and 22 women. The control group included 29 healthy individuals, the mean age was 21.4±2.5 (M±σ) years, 12 men and 17 women. All patients underwent synchronous recording of 12 standard ECG leads in the IS «Unified Cardiologist of the Republic of Tatarstan» and reconstruction of a three-dimensional vectorcardiogram using the McFee-Parungao system with an analysis of the vector loop formation rate using EasyECG Rest ATES Medica software (Russia). **Results and conclusions.** It is shown that for LAFB the movement of the vector loop counterclockwise is typical in the frontal plane; the presence of 2 extrema, the second is directed upwards, to the right and back. On the graph of the rate of formation of a spatial vector loop, 2 peaks are recorded with a decrease in the rate in the final part of the QRS loop by 2–2.5 times relative to the first peak, which reflects a slowdown in myocardial excitation in the output section of the left ventricle.

KEYWORDS: left anterior fascicular block, vectorcardiography, own plane, planarity index, electrocardiography, inferior wall myocardial infarction

Актуальность исследования: Трехпучковое деление левой ножки пучка Гиса (ЛНПГ) было показано еще S. Tawara в 1906 г. [1], и доказано более поздними работами многих исследователей [2, 3]. Выделяются передневерхняя, срединная и задневерхняя ветви ЛНПГ.

При различных патологических процессах в миокарде левого желудочка (ЛЖ) могут возникать блокады проведения по отдельным ветвям ЛНПГ, что приводит к изменениям процессов возбуждения миокарда ЛЖ и отражается на электрокардиограмме.

Наиболее часто встречается блокада передневерхней ветви ЛНПГ (БПВЛНПГ), которая по данным эпидемиологических исследований была выявлена у 1,5% людей в возрасте 45–69 лет, а у 60% из них это был единственный признак поражения миокарда [4].

Это связано с тем, что передневерхний пучок расположен в выводном тракте ЛЖ и подвергается большой гемодинамической нагрузке, он тоньше и длиннее чем задненижний [5].

БПВЛНПГ может быть, как врожденным дефектом, так и приобретенным. Она способна возникать и как самостоятельная патология при дегенеративных процессах проводящей системы сердца, и вследствие ряда заболеваний, таких как артериальная гипертензия (АГ), ишемия, инфаркт миокарда (ИМ), кардиомиопатии, миокардиты и др.

Клиническая значимость не определена. С одной стороны, при отсутствии структурных заболеваний сердца БПВЛНПГ обычно рассматривают как доброкачественную аномалию желудочковой проводимости [6, 7]. Однако, S. Ding с соавторами [8] подтвердили клиническое значение самой патологии: смертность как от сердечно-сосудистых заболеваний, так и от всех причин, была значительно выше у пациентов с БПВЛНПГ. Данные представлены на основании подтвержденных аутопсией исходах у людей с БПВЛНПГ. Необходимо также учитывать, что возможность прогрессирования БПВЛНПГ до полной блокады ЛНПГ составляет 7%, а до полной АВ блокады — 3% [9].

Высокую роль по клинической значимости занимает сочетание БПВЛНПГ и блокады правой ножки пучка Гиса (БПНПГ). Данная патология рассматривается и как врожденная аномалия, и как приобретенный дефект в результате травмы груди, гиперкалиемии, прогрессирующей офтальмоплегии и т. д. Ряд авторов выявил прогрессирование БПВЛНПГ с БПНПГ вплоть до АВ-блокады в 10% случаев [10].

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что прогностическая ценность БПВЛНПГ различна в разных популяциях пациентов. Будущие проспективные исследования необходимы для оценки прогностической ценности БПВЛНПГ, независимо от основного заболевания сердца [11, 12].

Основным методом диагностики БПВЛНПГ является электрокардиография в 12 стандартных отведениях. Frank Wilson [13] в 1934 году первым предположил, что БПВЛНПГ может объяснить отклонение электрической оси сердца (ЭОС) влево в некоторых случаях БПНПГ. В 1956 году Grant [14] предположил, что отклонение результирующего вектора сердца влево может быть вызвано блоком передних волокон ЛНПГ. В 1969 году М. В. Rosenbaum с соавт. [15] описали ЭКГ-критерии БПВЛНПГ. Однако, в наше время, после более чем 50 лет исследований БПВЛНПГ, ее определение и клиническое значение остаются спорными.

Прежде всего, это связано с тем, что сочетание БПВЛНПГ с гипертрофией миокарда ЛЖ (ГЛЖ) на фоне АГ и постинфарктным кардиосклерозом ЛЖ, особенно нижней стенки, вызывают объективные сложности ЭКГ диагностики БПВЛНПГ.

Общепринято, что специфическим признаком БПВЛНПГ является резкое отклонение ЭОС влево, причем, что касается степени отклонения, единого мнения у разных исследователей нет. Так пограничные значения ЭОС колеблются от -30° [16] до -60° [4, 17]. Ряд авторов выделяют полную и неполную формы БПВЛНПГ, разделяя эти состояния только по значению ЭОС. Так В. Н. Орлов считает, что для неполной блокады характерна ЭОС от -45° до -60° , более резкое отклонение влево относится к полной БПВЛНПГ. Однако он также указывает, что неполная БПВЛНПГ может быть установлена при резком изменении ЭОС у больного и приводит пример внезапного изменения ЭОС с $+60^\circ$ до 0° , и в этом случае он считает, что должна быть установлена неполная БПВЛНПГ [4]. По мнению Ф. Е. Останюка, М. И. Кечкера и В. П. Паршуковой это отклонение должно составлять не менее 40° [18]. Таким образом, из рассуждений этих авторов можно сделать вывод, что степень отклонения ЭОС влево более -30° или -60° не является абсолютно неизменным и может корректироваться в зависимости от исходного положения ЭОС до развития БПВЛНПГ.

Таким образом, ЭКГ критерии можно представить в следующем виде:

Длительность (ширина) комплекса QRS не должна превышать 120 мс;

в стандартных отведениях:

- ЭОС отклоняется резко влево, угол альфа (α) $< -30^\circ$
- комплекс типа qR с высоким R в I и aVL;
- комплекс типа rS с глубоким S в II, III, aVF;
- в aVR может наблюдаться небольшой r';
- RI > RII > RIII;
- SIII > RIII; SaVF > RaVF;
- SII > RII и RaVR \geq Q (S)aVR;

в грудных отведениях:

- увеличение зубца S в V5–V6, т. е. RS или Rs тип;
- смещение переходной зоны влево;
- часто на восходящей части зубца S появляются зазубрины в V1, V2 и r'.

Сложности дифференциальной диагностики БПВЛНПГ при наличии сочетанных изменений на ЭКГ очевидны. Это, прежде всего, касается гипертрофии левого и правого желудочков, постинфарктного кардиосклероза. Причем, может быть как гипердиагностика перенесенного ИМ переднеперегородочной области, при наличии комплекса qrS в отведениях V_1-V_3 за счет БПВЛНПГ, так и гиподиагностика БПВЛНПГ при перенесенном нижнем инфаркте миокарда. Известно также, что БПВЛНПГ может нивелировать признаки гипертрофии правого желудочка сердца.

В связи с этим, ряд исследователей использовали векторкардиограмму (ВКГ) для поиска критериев более точной диагностики БПВЛНПГ и дифференциально-диагностических признаков при ГЛЖ и ИМ.

Блокировка импульса в передневерхнем пучке приводит к изменениям не только на ЭКГ, но и на ВКГ. Петля QRS меняет свою последовательность в результате более поздней деполяризации заблокированной зоны. Первично деполяризуются задненижние и переднеперегородочные участки миокарда вместе с почти одновременной деполяризацией

правого желудочка. Благодаря данному распределению сил, начальный вектор направлен вперед, вправо и вниз, отображая сумму процессов деполяризации медиального участка перегородки, заднебрюшной части ЛЖ и участка правого желудочка. Затем, более мощный вектор, направлен вверх, влево и несколько назад в результате последовательной деполяризации сначала нижней части стенки ЛЖ, верхушки, заднебоковой части ЛЖ. Последней возбуждается передневерхняя часть ЛЖ. Движение петли QRS при БПВЛНПГ направлено против часовой стрелки. При этом петля Т не меняет своего направления, так как процессы реполяризации при БПВЛНПГ не изменены.

При проекции на фронтальную плоскость петля QRS направлена строго вверх и движется против часовой стрелки. При этом на горизонтальной плоскости петля QRS будет направлена вперед и назад [11, 19, 20, 21].

Выделяют следующие ВКГ-критерии в трех ортогональных плоскостях [16, 19, 22]:

Фронтальная плоскость:

1. Направление движения петли QRS против часовой стрелки, исключая случаи ИМ боковой стенки;
2. Основная часть петли QRS расположена сверху и слева, конечный участок может быть расположен справа;
3. Максимальный вектор вместе с вектором средней части петли располагаются сверху;
4. Начальные векторы расположены всегда в нижних квадрантах;
5. Вектор 10 мс расположен вблизи $+90^\circ$;
6. Вектор 40 мс расположен только в верхних квадрантах.

Горизонтальная плоскость:

1. Максимальный вектор находится сзади;
2. Начальные векторы расположены справа;
3. Вектор 10 мс расположен спереди и слева;
4. Движение открытой петли QRS, как правило, направлено кзади;
5. В случае формирования петли QRS в виде цифры восемь подозревают наличие сочетанной патологии сердца.

Сагиттальная плоскость:

1. В 70% случаев направление движения петли QRS против часовой стрелки, в 25% случаев формирование петли QRS в виде цифры восемь;
2. Вектор 10 мс расположен внизу и спереди;
3. Вектор 40 мс расположен сверху.

Данный подход не учитывает направление конечных сил, связанных с возбуждением миокарда выходного отдела ЛЖ, который возбуждается последним из-за БПВЛНПГ. Мы также считаем, что необходимо учитывать скорость формирования векторной петли, которая отражает скорость возбуждения миокарда. Можно предположить, что резкое отклонение конечных сил векторной петли вверх, вправо и назад с замедлением возбуждения в этом участке миокарда ЛЖ, будет достоверным признаком БПВЛНПГ.

В настоящее время развитие цифровой ЭКГ позволило из стандартной ЭКГ в 12 отведениях, зарегистрированных синхронно, реконструировать трехмерную ВКГ.

Учитывая нерешенные вопросы диагностики БПВЛНПГ, мы провели исследование, целью которого явилось опре-

деление критерии БПВЛНПГ по данным трехмерной ВКГ с анализом скорости формирования векторной петли.

МАТЕРИАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование включено 85 пациентов, которым было проведено стандартное электрокардиографическое исследование в 12 отведениях. На основании ЭКГ-заключения двух врачей-экспертов были отобраны 2 группы пациентов. Основная группа включала 56 пациентов с БПВЛНПГ, из них 34 мужчины и 22 женщины, средний возраст которых составил $63,3 \pm 16,6$ (M \pm δ) лет. Средний возраст для мужчин — $62,7 \pm 17,2$ (M \pm δ) лет, для женщин — $65 \pm 16,1$ (M \pm δ) лет.

Критериями для отбора в основную группу являлись ЭКГ-признаки БПВЛНПГ:

- длительность (ширина) комплекса QRS не должна превышать 0,11 с;
- ЭОС отклоняется резко влево, угол альфа (α) $< -30^\circ$;
- в стандартных отведениях была следующая картина: комплекс типа qR с высоким R в I и aVL; комплекс типа Rs с глубоким S в II, III, aVF; в aVR может наблюдаться небольшой r';
- соотношение зубцов в стандартных отведениях: $R_I > R_{II} > R_{III}$; $S_{III} > R_{III}$; $S_{aVF} > R_{aVF}$; $S_{II} > R_{II}$ и $R_{aVR} \geq Q$ (S)aVR;
- грудные отведения: преобладание зубца S над R в V_5-V_6 , т.е. RS или Rs тип; часто на зубце S появляются зазубрины в V_1, V_2 .

Наличие сопутствующей патологии, такой как, ИМ, БПНПГ, ГЛЖ, принималось за критерий исключения из основной группы.

В контрольную группу были включены 29 здоровых лиц, средний возраст которых составил $21,4 \pm 2,5$ (M \pm δ) лет. Среди них были 12 мужчин, средний возраст — $21,3 \pm 2,8$ (M \pm δ) лет и 17 женщин, средний возраст — $21,3 \pm 2,3$ (M \pm δ) лет.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В нашем исследовании были использованы ЭКГ, снятые в 12 стандартных отведениях в ИС «Единый кардиолог Республики Татарстан» с последующим их преобразованием в программном обеспечении EasyECG Rest ATES Medica и реконструкции трехмерной ВКГ по системе МакФи-Парунгао.

Проведен анализ следующих параметров по данным стандартной ЭКГ:

- угол альфа (α) — электрическая ось сердца;
- продолжительность комплекса QRS;
- расположение переходной зоны в грудных отведениях.

По данным пространственной (трехмерной) ВКГ:

- максимальный вектор QRS — длина максимального вектора;
- площадь петли QRS в XYZ (Sn) — площадь поверхности пространственной петли QRS; расчет производится на сложении единичных плоскостей, образованных двумя векторами петли QRS, полученными путем соединения точки начала петли QRS с каждой

- последующей точкой петли QRS через каждые 10 мс;
- собственная плоскость петли QRS (Sc) — плоскость, имеющая максимальную площадь [23];
- индекс планарности (PI) — отношение площади собственной плоскости к площади поверхности пространственной петли QRS (Sn); отображает степень отклонения пространственной петли ВКГ от основной плоскости (Sc) и определяется по формуле в процентах: $PI = Sc/Sn \times 100\%$, если PI составляет 100%, то векторная петля плоская, снижение показывает степень отклонения от плоскостности [24];
- построен график скорости формирования пространственной векторной петли QRS в XYZ.

Во фронтальной плоскости (ФП) проводили оценку следующих параметров:

- форма векторной петли: наличие максимальных векторов, их расположение по 4 квадрантам. ВКГ была разделена на 4 квадранта, как показано на рисунке 1;
- направление движения векторной петли во ФП — по часовой и против часовой стрелки.

Статистический расчет материала выполнялся в программе Microsoft Excel. Данные представлены в виде максимальных, минимальных и средних значений ($M \pm \sigma$). Для определения достоверности результатов было проведено вычисление вероятности различий (p) по параметрическому непарному методу Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Данные ЭКГ в 12 стандартных отведениях у пациентов контрольной и основной групп представлены в таблице 1.

Исходя из полученных результатов, были выявлены достоверные различия показателей угла α QRS ($p < 0,001$) и продолжительности комплекса QRS ($p < 0,001$).

Резкое отклонение ЭОС влево от -30° до -90° у пациентов с БПВЛНПГ соответствует общепринятым критериям данной патологии.

В контрольной группе были пациенты с нормальным, горизонтальным и вертикальным расположением ЭОС.

Несмотря на различия ширины комплекса QRS между контрольной и основной группами, у пациентов с БПВЛНПГ данный параметр не выходит за рамки должных величин. Эти данные подтверждают информацию о том, что при БПВЛНПГ продолжительность деполяризации миокарда желудочков не изменяется или изменяется не более чем на 10 мс в силу того, что процесс возбуждения не нарушен, однако, выявляются изменения только в порядке распространения возбуждения [4].

При анализе переходной зоны ЭКГ в контрольной группе было выявлено, что в 86,2% случаев определено нормальное ее расположение (в V_3 и V_4), в 13,8% случаев переходная зона была умеренно смещена влево. В основной группе смещение переходной зоны влево наблюдалось в 44,6% случаев, вправо — в 44,7%, в пределах нормы — в 10,7% случаев. Таким образом, параметр смещения переходной зоны влево не является достоверным признаком БПВЛНПГ.

Данные по количественным параметрам ВКГ пациентов из контрольной и основной групп представлены в таблице 2.

При анализе данных, приведенных в таблице 2, достоверных различий параметров площади петли QRS в XYZ и длины максимального вектора между группой контроля и группой пациентов с БПВЛНПГ выявлено не было. Индекс планарности был в среднем достоверно ниже у пациентов с БПВЛНПГ, хотя большая часть пациентов имела значения PI как у пациентов контрольной группы.

Исследование пространственных параметров показало следующие результаты.

По направлению движения векторной петли ВКГ во ФП пациенты контрольной группы разделились следующим образом: в 37,9% случаев ВКГ петля была направлена по часовой стрелке, в 62,1% случаев — против часовой стрелки. В основной группе с БПВЛНПГ движение векторной петли во ФП было направлено против часовой стрелки у всех пациентов [5, 22].

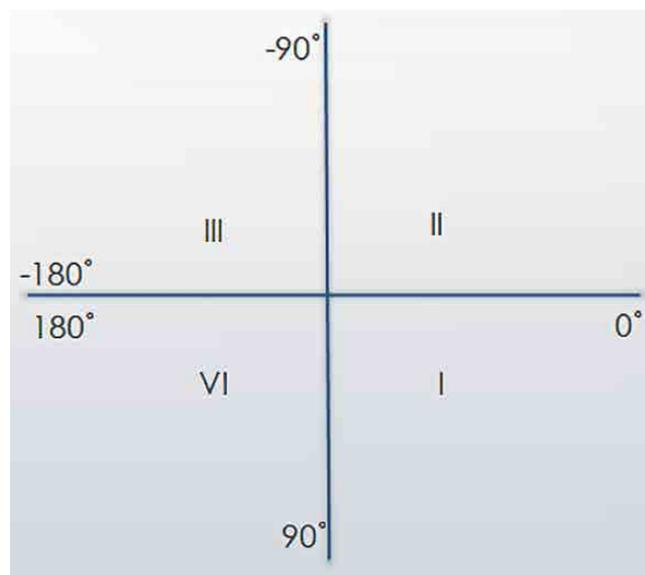


Рисунок 1. Расположение квадрантов

Таблица 1
Параметры ЭКГ контрольной и основной групп

Параметры	Контроль Абс. $M \pm \sigma$	Основная группа Абс. $M \pm \sigma$	P
Угол α QRS, градусы	от +13 до +94 63,4 \pm 21,2	от -30 до -90 -48,1 \pm 12,4	< 0,001
Ширина QRS, мс	от 82 до 104 90,7 \pm 6,9	от 82 до 111 102 \pm 6,3	< 0,001

Примечание: p — вероятность различий в группах, определенная с помощью непарного метода Стьюдента.

Таблица 2
Параметры ВКГ контрольной группы и основной группы

Параметры	Контроль Абс. $M \pm \sigma$	Основная группа Абс. $M \pm \sigma$	P
Площадь петли QRS в XYZ, мВ ²	от 0,44 до 3,8 2 \pm 0,9	от 0,56 до 92 2,4 \pm 1,5	0,295
Индекс планарности, %	от 92 до 100 97,8 \pm 1,9	от 90 до 98 93,2 \pm 3,8	< 0,001
Длина максимального вектора, мВ	от 1,2 до 2,93 1,8 \pm 0,42	от 1 до 3 1,8 \pm 0,5	0,5856

Примечание: p — вероятность различий в группах, определенная с помощью непарного метода Стьюдента.

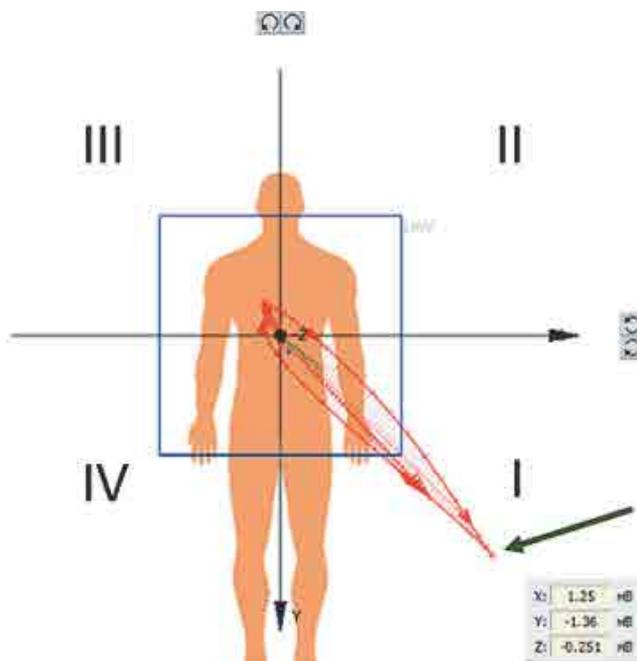


Рисунок 2. ВКГ здорового пациента во ФП. Векторная петля против часовой стрелки. Стрелкой показан один экстремум в I квадранте

Анализ формы ВКГ во ФП показал, что у пациентов группы контроля во всех случаях отображался только один максимальный вектор (экстремум), а в группе пациентов с БПВЛНПГ в 100% случаев были выявлены два экстремума, первый в средней части векторной петли, расположен в I или II квадрантах, второй в конечной ее части и расположен в III квадранте (рис. 2, 3).

По данным трехмерной ВКГ у пациентов с БПВЛНПГ было показано, что второй экстремум при БПВЛНПГ направлен вверх, вправо и назад, что соответствует расположению выходного отдела ЛЖ, который при этой блокаде возбуждается последним. Таким образом, данный признак является одним из самых достоверных критериев БПВЛНПГ, получаемых по данным ВКГ.

Проведен анализ скорости формирования пространственной векторной петли у лиц контрольной группы и пациентов с БПВЛНПГ. Показано, что у здоровых лиц график скорости имеет один пик, соответствующий вершине векторной петли (рис. 4), а у всех пациентов с БПВЛНПГ наблюдается несколько пиков: максимальный совпадает по времени с первым максимальным вектором (экстремумом), а пик в конечной ее части со вторым экстремумом. Причем, скорость в конечной части петли значительно, в 2–2,5 раза ниже, чем на максимальном пике (рис. 5). Это говорит о замедлении возбуждения в зоне выходного отдела ЛЖ за счет БПВЛНПГ. Таким образом, замедление формирования векторной петли в конечной ее части, совпадающей по времени со вторым экстремумом, является достоверным признаком БПВЛНПГ.

На основании полученных нами критериев дифференциальной диагностики и для демонстрации использования трехмерного ВКГ анализа в медицинской практике представляем два клинических случая диагностики

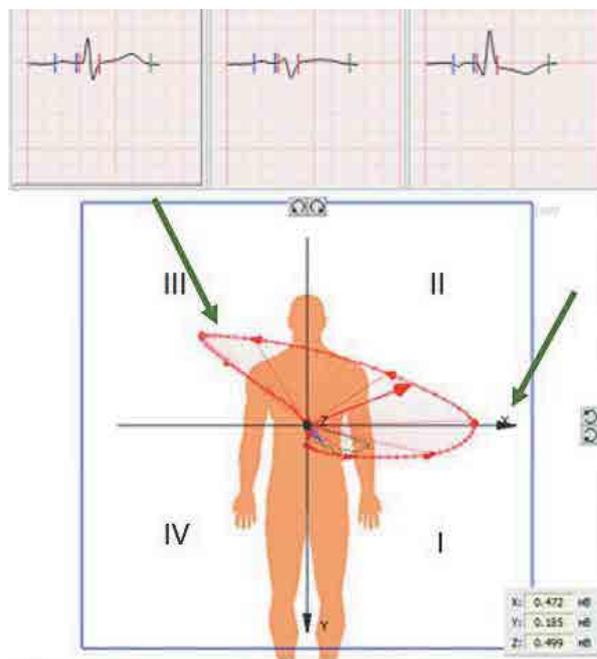


Рисунок 3. ВКГ пациента во ФП с БПВЛНПГ. Векторная петля против часовой стрелки. Стрелками показаны два экстремума, первый на оси X, между I и II квадрантом, второй в III квадранте

БПВЛНПГ у пациентов без перенесенного ИМ и с постинфарктным кардиосклерозом.

Клинический случай № 1. Пациент Д., 66 лет, мужчина.

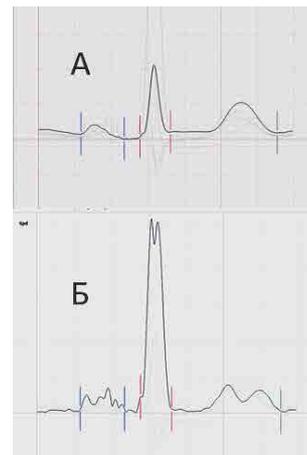
Диагноз: Гипертоническая болезнь II стадии. Степень АГ 2. Целевое АД 130–139/70–79 мм рт. ст. Гиперлипидемия. Риск ССО 3 (высокий). Нарушение проводимости: БПВЛНПГ. ХСН 0. Ожирение I степени. Сахарный диабет 2 типа, компенсированный. Целевой уровень HbA1c < 7,0%.

Угол α QRS составил -48 градусов, $P1 = 95\%$. На рисунке 6 представлена ЭКГ данного пациента, а также ВКГ во фронтальной, горизонтальной и сагиттальной плоскостях. Во фронтальной плоскости направление движения вектора против часовой стрелки, и имеется два экстремума, второй направлен вверх, вправо и назад. На кривой скорости выделяются два пика, второй совпадает со вторым экстремумом и имеет скорость в 2 раза ниже первого. Данные ЭКГ и ВКГ показателей соответствуют БПВЛНПГ.

Клинический случай № 2. Пациент П., 69 лет.

Диагноз: ИБС. Стабильная стенокардия напряжения II ФК. Кардиосклероз постинфарктный (ИМпST нижней локализации, 2018 г.). ЧКВ

Рисунок 4. Анализ скорости формирования векторной петли здорового пациента. А — график изменения длины вектора, Б — график скорости формирования вектора с одним пиком, совпадающим с максимальным вектором



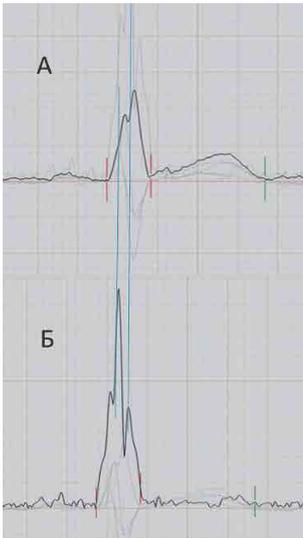


Рисунок 5. Анализ скорости формирования векторной петли пациента с БПВЛНПГ. А — график изменения длины вектора, Б — график скорости формирования вектора с двумя пиками, пик конечной части петли меньше максимального в 2,2 раза, что отражает замедление возбуждения в выходном отделе ЛЖ. Первый пик скорости совпадает по времени с первым максимальным вектором (экстремумом), второй — совпадает с вторым экстремумом ВКГ

характерному для БПВЛНПГ. Имеется два экстремума, второй направлен вверх, вправо и назад, что говорит о наличии у пациента БПВЛНПГ. Скоростные показате-

со стентированием ПКА (2018 г.). Нарушение проводимости: БПВЛНПГ. Гипертоническая болезнь 3 стадии, неконтролируемая. Целевой уровень АД 130–139/70–79 мм рт. ст. Риск ССО 4 (очень высокий). ХСНнФВ II А ст. II ФК. Умеренная легочная гипертензия.

Угол α QRS = -44 градусов, продолжительность комплекса QRS = 112 мс, PI = 67%. В результате сопутствующего инфаркта миокарда нижней стенки ЛЖ на ВКГ видно, что первый максимальный вектор деполяризации направлен вверх, во фронтальной и сагиттальной плоскостях имеются перекресты векторной петли QRS, за счет которых снижается индекс планарности. Далее движение петли QRS против часовой стрелки, что соответствует направлению

ли также подтверждают БПВЛНПГ — имеются три пика скорости, скорость в конечной части петли в 2 раза ниже максимальной, что говорит о замедлении возбуждения выходного отдела ЛЖ (рис. 7).

Таким образом, на основании только данных ЭКГ в 12 стандартных отведениях достоверно выявить наличие БПВЛНПГ у представленного пациента с перенесенным нижним инфарктом миокарда не представляется возможным. Но при использовании ВКГ критериев со скоростными показателями формирования векторной петли, мы получили убедительные данные наличия БПВЛНПГ у данного пациента. Благодаря тому, что проявления нижнего ИМ на ВКГ отражаются в начале петли QRS, а проявления БПВЛНПГ в конце петли QRS, выявление и дифференциальный диагноз данных патологий становятся значительно точнее.

Выводы

1. Определены критерии БПВЛНПГ по данным трехмерной ВКГ:
 - формирование петли во фронтальной плоскости осуществляется против часовой стрелки;
 - наличие двух экстремумов во фронтальной плоскости векторной петли, второй направлен вверх, вправо и назад;
 - кривая скорости формирования пространственной векторной петли имеет несколько пиков, в конечной части векторной петли пик скорости совпадает по времени со вторым экстремумом и снижен относительно максимального пика в 2–2,5 раза, что отражает замедление возбуждения миокарда в выходном отделе левого желудочка.

Рисунок 6. ЭКГ и трехмерная ВКГ пациента с БПВЛНПГ

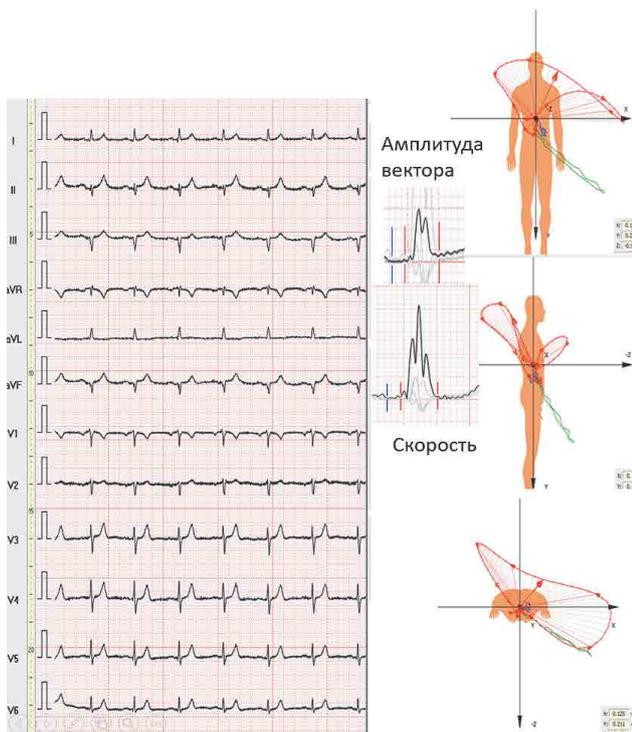
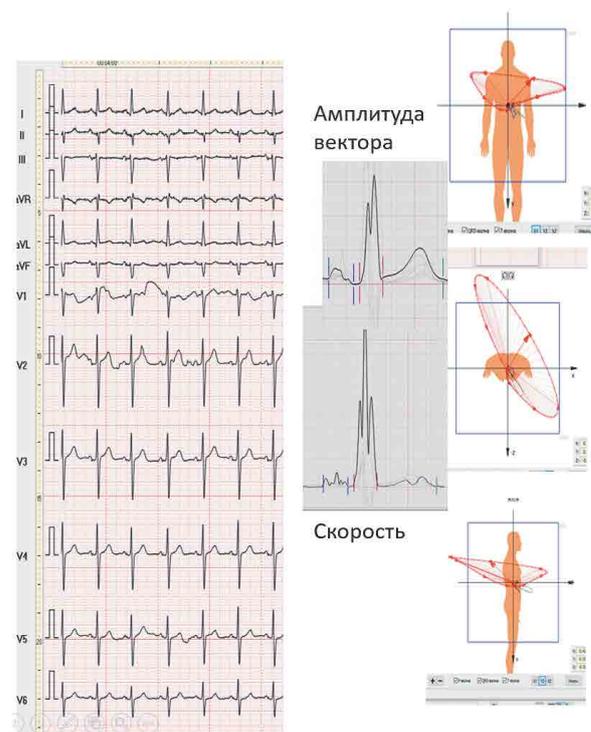


Рисунок 7. ЭКГ и ВКГ у пациента с БПВЛНПГ и ПИКС нижней стенки



2. Достоверность диагностики БПВЛНПГ по данным трехмерной ВКГ выше, чем при стандартной ЭКГ в 12 отведениях.

Список литературы / References

3. Tawara S. Das Reizleitungssystem des Säugetierherzens [The conduction system of mammalian hearts; an anatomic-histologic study of the atrioventricular bundle and the Purkinje fibers]. Jena: Gustav Fischer; 1906.
4. Rossi L. Histopathology of the conducting system. *G Ital Cardiol*. 1972;2(4):484–91. PMID: 5050985.
5. Uhley H.N. The quadrifascicular nature of the peripheral conduction system. — In Dreifus L.S., and Liboff W. (eds). *Cardiac Arrhythmias*. — New York: Grune & Stratton, 1973, p. 339
6. Орлов В. Н. Руководство по электрокардиографии — 9-е изд., испр. — Москва: ООО «Медицинское информационное агентство», 2017. 560 с.
7. А. Б. де Луна. Руководство по клинической ЭКГ. Москва «Медицина», 1993. 704 с.
8. Мандел В. Дж., Аритмии сердца: механизмы, диагностика, лечение. Москва, «Медицина», 1996. 412 с.
9. Biering-Sørensen T, Kabir M, Waks JW, Thomas J, Post WS, Soliman EZ, Buxton AE, Shah AM, Solomon SD, Tereshchenko LG. Global ECG Measures and Cardiac Structure and Function: The ARIC Study (Atherosclerosis Risk in Communities). *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2018 Mar;11(3): e005961. doi: 10.1161/CIRCEP.117.005961. PMID: 29496680; PMCID: PMC5836803.
10. Ding S, Chai K, Li Y, Fang F, Yang J, Wang H. Prognostic significance of left anterior fascicular block and its relation with coronary artery disease in old patients based on 570 autopsy cases. *Int J Cardiol*. 2018 Oct 15;269:1–6. doi: 10.1016/j.ijcard.2018.06.069. Epub 2018 Jun 20. PMID: 30224030.
11. Schneider JF, Thomas HE Jr, Kreger BE, McNamara PM, Kannel WB. Newly acquired left bundle-branch block: the Framingham study. *Ann Intern Med*. 1979 Mar;90(3):303–10. doi: 10.7326/0003-4819-90-3-303. PMID: 154870.
12. 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>.
13. Bayes de Luna A., Cosin J., Carrio J., Choroa de Aguiar A. J. et al. Right

Ventricular peripheral blocks: Diagnostic problems. — In: *Cardiac electrophysiology today*/Eds. A. Masoni, P. Alboni. — London, New York: Academic Press, 1982, 401.

14. Tzoglias L, Steinberg LA, Williams AJ, Morris KE, Mahlow WJ, Fogel RI, Olson JA, Prystowsky EN, Padanilam BJ. Electrocardiographic features and prevalence of bilateral bundle-branch delay. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2014 Aug;7(4):640–4. doi: 10.1161/CIRCEP.113.000999. Epub 2014 Jul 11. PMID: 25015953.
15. Wilson FN, Macleod AG, Barker PS. The interpretation of the initial deflection of ventricular complex of the electrocardiogram. *Am Heart J* 1931;6:637–664.
16. Grant RP. Left axis deviation; an electrocardiographic-pathologic correlation study. *Circulation*. 1956 Aug;14(2):233–49. doi: 10.1161/01.cir.14.2.233. PMID: 13356476
17. Rosenbaum MB, Elizari MV, Lazzari JO, Nau GJ, Levi RJ, Halpern MS. Intraventricular trifascicular blocks. The syndrome of right bundle branch block with intermittent left anterior and posterior hemiblock. *Am Heart J*. 1969 Sep;78(3):306–17. doi: 10.1016/0002-8703(69)90038-6. PMID: 5805980.
18. Мурашко В. В., Струтынский А. В. Электрокардиография: Учебное пособие. — 4-е изд. — Москва: «МЕДпресс», 2000. 312 с. ил.
19. The Hemiblocks. New concepts of intraventricular conduction based on human anatomical, physiological and clinical studies Rosenbaum MB, Elizari MV, Lazzari JO. *Tampa Tracings, Oldsmar, Florida, EEUU*, 1970.
20. Остапюк Ф. Е., Кечкер М. Я., Паршукова В. Н. Электрокардиограмма при неполных блокадах левых ветвей пучка Гиса у больных ИБС. — В кн.: Тез. докл. II Всероссийск. съезда кардиологов. Саратов, 1977:76–77.
21. Cerqueira M., Abreu Lima C., Rocha F. Recent ECG-VCG concepts in ventricular hypertrophy. — Amsterdam: Proceedings VIII World Congress Cardiology, Excerpta Medica, 1978.
22. Sobrino JA, Sotillo JF, del Rio A, Sobrino N, Maté I. Fascicular block within the His bundle. *Chest*. 1978 Aug;74(2):215–8. doi: 10.1378/chest.74.2.215. PMID: 679756.
23. McAnulty J. H. Bundle branch block. J. H. McAnulty, Sh. H. Rahimtoola. *Progr. Cardiovasc. Dis*. 1983;26(4):333–353.
24. Хайт Г. Я. Основы диагностики клинической электрокардиологии. — Москва: «АНМИ», 2003. 329 с.
25. Титомир А. И., Руткай –Недешкий И. Анализ ортогональной электрокардиограммы. М.: Наука, 1990. 198 с.
26. 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.

Сведения об авторах

Терегулов Юрий Эмильевич — д.м.н., доцент, заведующий кафедрой функциональной диагностики^{1,2,4}

Ацель Евгения Александровна — д.м.н., доцент, профессор кафедры терапии, гериатрии и семейной медицины¹

Ганиева Сюзель Фиркатовна — ассистент кафедры функциональной диагностики¹

Терегулова Елена Теодоровна — к.м.н., доцент кафедры функциональной диагностики¹

Максимова Мария Сергеевна — к.м.н., доцент кафедры функциональной диагностики¹

Терегулов Андрей Юрьевич — к.м.н., доцент кафедры хирургических болезней постдипломного образования института фундаментальной медицины и биологии^{3,4}

Камалетдинова Зульфия Алмазовна — ординатор Научно-клинического и образовательного центра по специальности «Лучевая диагностика и ядерная медицина»⁵

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

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

³ ФГАУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Россия, РТ, г. Казань

⁴ Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения Республики Татарстан, г. Казань

⁵ Научно-клинический и образовательный центр по специальности «Лучевая диагностика и ядерная медицина» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург

Автор для переписки: Терегулов Юрий Эмильевич
E-mail: tereg2@mail.ru

About authors

Teregulov Yu. E., Head of the Department of Functional Diagnostics^{1,4}, Assistant Professor of the Department of hospital therapy², MD

Atsel E. A., Professor of the Department of internal medicine, geriatrics and family medicine¹, MD

Ganieva S. F., Assistant Lecturer of the Department of Functional Diagnostics¹

Teregulova E. T., Assistant Professor of the Department of Functional Diagnostics¹, PhD

Maksimova M. S., Assistant Professor of the Department of Functional Diagnostics¹, PhD

Teregulov A. Yu., Assistant Professor, Department of Surgical Diseases of Postgraduate Education⁴, PhD

Kamaletdinova Z. A., Resident of the Scientific, Clinical and Educational Center, specialty «Radiology and Nuclear Medicine»⁵

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

⁴ Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation

⁵ Scientific, Clinical and Educational Center for Radiation Diagnostics and Nuclear Medicine FSBEI HE St. Petersburg State University, St. Petersburg

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

Статья поступила / Received 07.04.2023
 Получена после рецензирования / Revised 17.04.2023
 Принята в печать / Accepted 27.04.2023

Для цитирования: 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. 2023; (15):28–34. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-15-28-34>

For citation: Teregulov Yu. E., Atsel E. A., Ganieva S. F., Teregulova E. T., Maksimova M. S., Teregulov A. Yu., Kamaletdinova Z. A. Three-dimensional vector ECG analysis in the diagnosis of the left anterior fascicular block. *Medical alphabet*. 2023; (15):28–34. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-15-28-34>

