

ОГРАНИЧЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

*Владимир Николаевич Ослопов, Аида Рифгатовна Садыкова, Татьяна Сергеевна Федосеева**

Казанский государственный медицинский университет

Реферат

Цель. Обратить внимание врачей на необходимость тщательного анализа электрокардиограмм, тем более проведённого с помощью автоматического анализатора, с обязательным учётом клинической картины заболевания.

Методы. Обычная электрокардиография, электрокардиография с помощью диагностической системы «Валента», эхокардиография, клиническое обследование больной фиброзирующим альвеолитом.

Результаты. У больной фиброзирующим альвеолитом автоматический анализатор электрокардиограмм «Валента» ошибочно принял 3S-тип электрокардиограммы за блокаду передней ветви левой ножки пучка Гиса, а врач-функционалист не заметила ошибки. С учётом клинической картины заболевания и наблюдения за динамикой электрокардиограммы ошибка трактовки была исправлена. Приведены аргументы, позволяющие понять патогенез изменения электрокардиограммы у больной с прогрессированием болезни Хаммана-Рича.

Вывод. Диагностические алгоритмы автоматической дешифрации электрокардиограммы имеют ограничения в плане универсальности распознавания патологии сердца; заключение по электрокардиограмме, даже при наличии автоматической дешифрации, должен формулировать врач с учётом как клинической картины заболевания, так и данных других методов обследования больного.

Ключевые слова: электрокардиограмма, автоматическая расшифровка, врачебный визуальный контроль электрокардиограммы, синдром трёх S, фиброзирующий альвеолит.

LIMITATIONS OF AUTOMATED COMPUTER ELECTROCARDIOGRAM ANALYSIS *V.N. Osloпов, A.R. Sadykova, T.S. Fedoseeva. Kazan State Medical University, Kazan, Russia.* **Aim.** To draw the attention of physicians to the need for careful analysis of electrocardiograms, especially those obtained by using an automatic analyzer, with the obligatory account of the clinical picture of the disease. **Methods.** Normal electrocardiography, electrocardiography with the usage of a diagnostic system «Valenta», echocardiography, clinical examination of a patient with fibrosing alveolitis. **Results.** In the patient with fibrosing alveolitis the automatic analyzer of electrocardiograms «Valenta» misinterpreted the 3S-type of the electrocardiogram as a left anterior fascicular bundle branch block, and the doctor-functionalist did not notice the error. Taking into account the clinical picture of disease and monitoring of the dynamics of electrocardiogram the misinterpretation error was corrected. Presented were the arguments for understanding the pathogenesis of changes in the electrocardiogram in a patient with progressive Hamman-Rich disease. **Conclusion.** Diagnostic algorithms for automated interpretation of the electrocardiogram have limitations in terms of universal recognition of heart disease; the electrocardiogram report, even in the presence of the auto-interpretation, must be a formulated by a physician taking into account both the clinical picture of the disease as well as other diagnostic methods of patient examination. **Keywords:** electrocardiography, automated interpretation, physician's visual inspection of the electrocardiogram, 3S syndrome, fibrosing alveolitis.

Несмотря на почти полуторавековую историю, электрокардиография продолжает активно развиваться, оставаясь одним из основных по диагностической значимости методом исследования, наиболее распространённым и востребованным практикой. С середины 1960-х годов в электрокардиографию внедряются методы автоматизированного (компьютерного) анализа сигнала, получившие дальнейшее развитие в 1980-х годах в связи с распространением персональных компьютеров и появлением микропроцессорных элементов в диагностической аппаратуре [2].

В настоящее время существуют различные модели интерпретирующих электрокардиографов, использование которых, казалось бы, должно обеспечить врача, вне зависимости от его «электрокардиографической компетенции», достаточными возможностями самостоятельной расшифровки электрокардиограмм (ЭКГ). К сожалению, это не более чем оптимистическое заблуждение, возникающее у неопытных врачей из-за непонимания различий между «компьютерной интерпретацией

ЭКГ» и «врачебным ЭКГ-заключением» [6]. Накопленный нами опыт показал, что от 5 до 20% автоматических заключений полностью или частично не совпадают с врачебными заключениями по ЭКГ. У компьютерных дешифраторов ЭКГ есть склонность делать характерные ошибки (гипер- или гиподиагностика определённой группы ЭКГ-нарушений) или вообще не выявлять какую-либо ЭКГ-патологию — так называемые типовые недостатки систем автоматизированного анализа сигнала. При этом улучшение автоматической ЭКГ-диагностики одного класса нарушений может привести к ухудшению показателей в других классах [2].

В настоящее время современные ЭКГ-аппараты оборудованы автоматическими дешифраторами, то есть компьютерными устройствами, проводящими анализ ЭКГ и выдающими на печать параметры и заключение. Эти нововведения, несомненно, весьма прогрессивны. Они облегчают работу врача по анализу ЭКГ и наиболее эффективны при массовых (скрининговых) обследованиях населения, когда обнаружение отклонений от нормы при распечатке заключения по ЭКГ позволяет обратить особое внимание на

Адрес для переписки: baksimus@mail.ru

Параметры			
P, сек.:	0.08	R-R, сек.:	0.57
PQ, сек.:	0.15	AQRS, град.:	-51
QRS, сек.:	0.07	ЧСС, уд/мин.:	106
QT/QTc, сек.:	0.30/0.30	QTкор., сек.:	0.40
RRмакс.-RRмин.:	0.57-0.56	А.Д., мм.рт.ст.:	/

Заключение

Синусовый /скоренный ритм.(106 в1мин.)
 Выраженное отклонение электрической оси влево(=-51).
 Неполная блокада правой ножки пучка Гиса.
 Блокада передне-верхних разветвлений левой ножки пучка Гиса.
 Возможный синдром ранней реполяризации желудочков.Переходная зона R=S смещена влево(в V6 отв.)В сравн. с 7.06 09. несколько чаще синусовый ритм с 99 до 106 в1мин.

*не совсем ст. инфаркта миокарда
 ир. неселектив*

Врач: *[подпись]*

Рис. 1. Электрокардиограмма №1.

соответствующего пациента. Однако врач должен всегда сам просматривать записанные ЭКГ для верификации автоматизированного заключения и сопоставлять ЭКГ с данными клинического обследования больного. Особенно важно это делать при наличии патологических изменений на ЭКГ, выявленных при компьютерном анализе. Напомним, что компьютерную интерпретацию ЭКГ можно рассматривать в качестве медицинского документа только при наличии подтверждающей подписи врача (кардиолога или врача функциональной диагностики) [6].

Приводим наше наблюдение по ошибочной автоматизированной трактовке ЭКГ, которая осталась нераспознанной врачом, при этом не было и должного учёта клинической картины заболевания.

Больная Г. 68 лет в июне 2009 г. находилась на стационарном лечении в одной из больниц г. Казани с диагнозом «фиброзирующий альвеолит (болезнь Хаммана-Рича), лёгочно-сердечная недостаточность III степени, дыхательная недостаточность III» (больная длительное время работала на складе химических веществ). Состояние больной тяжёлое: ортопноэ, сухой кашель, кахексия, диффузный цианоз, отёки, звучная «трескучая» крепитация с обеих сторон ниже лопаток и феномен «писка».

При помощи диагностической системы «Валента» 09.06.2009 была записана ЭКГ (рис. 1). Результаты автоматической дешифровки: «P, сек 0,08; PQ, сек 0,15; QRS, сек 0,07; QT/QTc, сек 0,30/0,30; RRмакс.-RRмин. 0,57-0,56; RR, сек 0,57; AQRS, град. -51; ЧСС, уд/мин 106; QTкор., сек

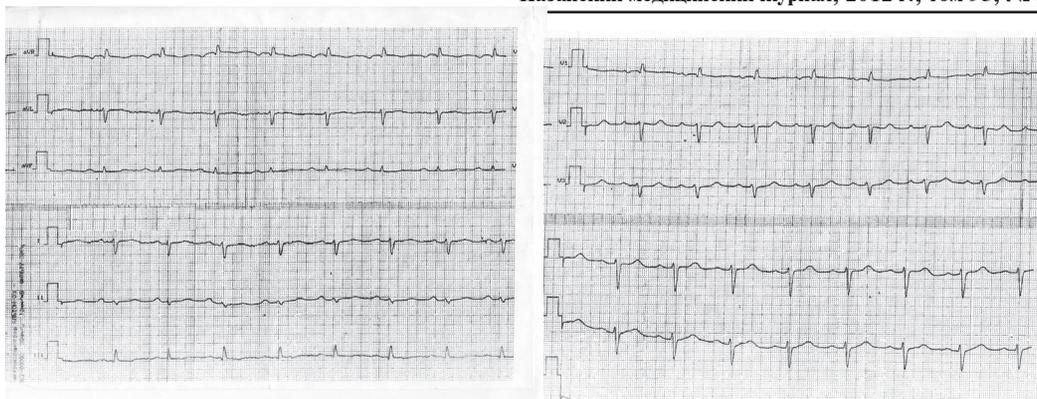


Рис. 2. Электрокардиограмма №2.

0,40. Заключение. Синусовый ускоренный ритм (106 в 1 мин). Выраженное отклонение электрической оси сердца влево (угол альфа -51°). Неполная блокада правой ножки пучка Гиса. Блокада передневерхних разветвлений левой ножки пучка Гиса. Возможный синдром ранней реполяризации желудочков. Переходная зона $R=S$ смещена влево (в V6).

Затем эта ЭКГ была просмотрена врачом, и рукой врача дописано «не исключаются ЭКГ-признаки гипертрофии правого желудочка».

Однако при внимательном рассмотрении ЭКГ становится понятным, что у больной Г. нет «блокады передневерхних разветвлений левой ножки пучка Гиса», которая могла бы дать «выраженное отклонение электрической оси сердца (ЭОС) влево (угол альфа -51°)», то есть выраженную левуюграмму. У больной Г. присутствовал так называемый 3S-тип ЭКГ, или S-тип, обусловленный поворотом сердца вокруг поперечной оси верхушкой назад. При S-типе ЭКГ угол альфа вообще не рассчитывают (так как проекция векторов электродвижущей силы сердца в этом случае происходит в сагиттальной плоскости).

Как известно, при обычном расположении сердца в грудной клетке (то есть при отсутствии поворотов сердца вокруг поперечной оси) нельзя одновременно видеть в трёх стандартных отведениях ни трёх зубцов S, ни трёх зубцов Q [в связи с особенностями пространственной ориентации во фронтальной плоскости начального ($0,02^\circ$) и конечного ($0,06^\circ$) векторов, характеризующих охват возбуждением желудочков сердца] [7]. При повороте же сердца вокруг поперечной оси верхушкой назад во всех трёх стандартных отведениях ЭКГ «одновременно» обнаруживают зубец S [5]. Сам же поворот сердца верхушкой назад обусловлен гипертрофией правого желудочка, которая бывает следствием его перегрузки давлением в связи с фиброзирующим альвеолитом [9], которым страдала больная Г. При этом на рис. 1 действительно есть ЭКГ-признаки гипертрофии правого желудочка: S-тип гипертрофии правого желудочка (глубокие зубцы S во всех грудных отведениях).

Следует также иметь в виду, что при блокаде передней ветви левой ножки пучка Гиса (БПВЛНПГ) глубина (амплитуда) зубца S после-

довательно увеличивается от II к III стандартному отведению, достигая максимума в III стандартном отведении. При повороте же сердца верхушкой назад зубец S максимален не в III, а во II стандартном отведении, что и можно наблюдать на ЭКГ (см. рис. 1) больной Г. (S II 7,5 мм, S III 6 мм).

Через 2 года (ноябрь 2010 г.) больная была вновь госпитализирована в стационар в связи с ухудшением состояния из-за неуклонного прогрессирования фиброзирующего альвеолита и лёгочно-сердечной недостаточности.

09.11.2010 была снята ЭКГ на обычном электрокардиографе (рис. 2). Врачебная расшифровка ЭКГ: «Синусовый ритм (частота сердечных сокращений 100 в минуту), выраженное отклонение ЭОС вправо (правограмма, угол альфа $+135^\circ$), переходная зона смещена влево, выраженный R в отведении aVR («поздний зубец R»), T III (-), TV₁ (-), количественный ЭКГ-признак гипертрофии правого желудочка Соколова-Лайона: $R V_1 + S V_5 = 1,5$ мВ (15 мм), qR-тип гипертрофии правого желудочка».

При эхокардиографии – гипертрофия стенок правого желудочка, дилатация правых камер сердца, лёгочная гипертензия средней степени тяжести, трикуспидальная регургитация средней степени.

Через 15 дней (дома) от прогрессирования лёгочно-сердечной недостаточности больная скончалась.

Таким образом, с позиции ЭКГ-диагностики (ЭКГ-исследований) при наблюдении за динамикой ЭКГ у больной Г. (ЭКГ №1 и 2) на фоне ухудшения клинического состояния с тяжёлой лёгочно-сердечной недостаточностью происходила не смена выраженной левogramмы на правogramму и не «исчезновение» передневерхнего гемиблока (патогенетически маловероятное событие), а трансформация ЭКГ-признаков с S-типа ЭКГ гипертрофии правого желудочка при наличии поворота сердца вокруг поперечной оси верхушкой назад на qR-тип ЭКГ гипертрофии правого желудочка, свойственный его выраженной гипертрофии.

Известно, что ЭКГ qR-типа гипертрофии правого желудочка возникает в том случае, когда правый желудочек значительно превышает по массе левый [1]. В норме электродвижущая сила левого

желудочка в 3,5 раза больше, чем правого. При выраженной гипертрофии правого желудочка ЭОС значительно изменяет своё направление (возникает правограмма), появляются прямые признаки гипертрофии правого желудочка [7]. Это можно наблюдать на рис. 2. При меньшей же степени гипертрофии правого желудочка на ЭКГ появляются лишь так называемые косвенные признаки его гипертрофии. Таким вариантом ЭКГ является S-тип гипертрофии правого желудочка [4], обусловленный его поворотом вперёд (с поворотом сердца вокруг продольной оси по часовой стрелке) и одновременным отклонением верхушки сердца назад. ЭОС направлена назад и вправо, при этом возникает зубец S вместо зубца R. На ЭКГ у больных с S-типом гипертрофии правого желудочка во всех шести грудных отведениях нет выраженного зубца R, а присутствуют значительные зубцы S (при этом зубец T в грудных отведениях положительный). Переходная зона ($R=S$) смещается влево. S-тип гипертрофии правого желудочка может сочетаться с ЭОС типа S I-S II-S III, когда выраженный зубец S одновременно регистрируют во всех трёх стандартных отведениях, как это можно увидеть на рис. 1.

Таким образом, у наблюдаемой больной по мере прогрессирования фиброзирующего альвеолита и перегрузки правого желудочка давлением сначала регистрировался S-тип гипертрофии правого желудочка, сочетающийся с ЭОС типа S I-S II-S III, а перед летальным исходом — qR-тип гипертрофии правого желудочка в сочетании с выраженной правограммой.

Известно, что при БПВЛНПГ ход возбуждения в левом желудочке меняется в основном во фронтальной плоскости, и наиболее характерные изменения отмечают в отведениях от конечностей. Специфично резкое отклонение ЭОС влево, когда угол альфа меньше -30° (как правило, $\leq 60^\circ$). Некоторые авторы считают критерием БПВЛНПГ отклонение ЭОС не менее чем на -45° [10]. При угле альфа -60° ЭОС чётко перпендикулярна отведению aVR, поэтому $R \text{ aVR} = Q(S) \text{ aVR}$. При угле альфа менее -60° происходит ещё более резкое отклонение ЭОС влево, соотношение зубцов R и S становится таким: $R \text{ I} > R \text{ II} > R \text{ III}$, $S \text{ III} > R \text{ III}$, $S \text{ aVF} > R \text{ aVF}$, $S \text{ II} > R \text{ II}$ и $R \text{ aVR} \geq Q(S) \text{ aVR}$. Последние соотношения $S \text{ II} > R \text{ II}$ и $R \text{ aVR} \geq Q(S) \text{ aVR}$ имеют наибольшее значение для диагностики БПВЛНПГ. В то же время резкое отклонение ЭОС сердца влево нередко бывает единственным признаком БПВЛНПГ [6].

К другим признакам БПВЛНПГ, обусловленным отклонением ЭОС влево и асинхронной деполяризации левого желудочка [6, 10], относятся следующие:

- комплекс QRS не расширен или расширен незначительно: до 0,11";
- в отведении aVR присутствует поздний зубец R, его высота коррелирует с вероятностью БПВЛНПГ и степенью этой блокады;
- изменения в грудных отведениях могут отсутствовать.

Если же изменения появляются, то они сводятся к следующему:

- в отведениях V_5 и V_6 нередко регистрируют выраженный зубец S, и ЭКГ имеет вид Rs или RS; в норме в этих отведениях зубец S, как правило, отсутствует [7];

- в отведениях V_1 и V_2 иногда появляется зазубрина на восходящем колене зубца S или регистрируется небольшой зубец $r' V_1$ ($r' V_1$ меньше V_1);

- изредка присутствует зубец q в отведениях V_1 - V_3 , и тогда ЭКГ приобретает в этих отведениях вид qrsS.

Н.М. Шевченко и А.А. Гросу [10] отмечают также особенности ЭКГ в отведении aVL при БПВЛНПГ. В любом случае зубец R максимальной амплитуды и/или площади регистрируют в отведении aVL. Принципиальный признак блокады передневерхней ветви — задержка активации переднебазальных отделов левого желудочка, то есть увеличение интервала от начала комплекса QRS до его вершины в отведении aVL до 0,045 с и более. При этом величина данного интервала в отведении aVL должна быть больше, чем в V_6 , как минимум, на 0,01 с. Нисходящая часть зубца R в aVL, как правило, сглажена либо зазубрена. Как видно на ЭКГ №1, у больной Г. таких особенностей в отведении aVL нет.

М.С. Кушаковский (2004) [3] отмечает, что БПВЛНПГ (так называемый передневерхний гемиблок по М. Rosenbaum, 1968) во фронтальной плоскости увеличивает амплитуду зубцов комплекса QRS, а в горизонтальной плоскости приводит к уменьшению высоты зубцов R, в частности в отведениях V_5 и V_6 , при этом зубцы S в тех же отведениях углубляются и приобретают неровности.

У больной Г. на ЭКГ №1 при ошибочном заключении об отклонении ЭОС влево «как бы» были обнаружены описанные выше дополнительные признаки БПВЛНПГ: S в отведениях V_5 и V_6 , R в aVR, однако $R > Q$ при угле альфа, равном лишь -51° . Следует отметить, что эти изменения (S V_5 , S V_6 , большой зубец R в aVR) неспецифичны для БПВЛНПГ, так как могут быть обусловлены влиянием гипертрофии правого желудочка, как это и следует трактовать на ЭКГ №1 больной Г. В.Н. Орлов [6] также отмечает, что ЭКГ-изменения при БПВЛНПГ необходимо дифференцировать от данных ЭКГ при лёгочной патологии (эмфиземе лёгких) с появлением ЭОС типа S I-S II-S III. Однако при ЭОС типа S I-S II-S III зубец S выражен во всех трёх стандартных отведениях, амплитуда комплекса QRS в них небольшая, S II > S III. При БПВЛНПГ всегда S III > S II.

При диагностике БПВЛНПГ следует также иметь в виду её этиопатогенез. Эта патология чаще всего обусловлена хронической ишемической болезнью сердца с распространённым кардиосклерозом, преимущественно развитым в передней стенке левого желудочка и/или межжелудочковой перегородке. Эта блокада также возникает при инфарктах миокарда, свежих и старых, чаще передней и переднебоковой стенок левого желудочка.

Блокада может быть обусловлена миокардитами и кардиопатиями различной этиологии, гипертрофией левого желудочка с дистрофическими и склеротическими изменениями [6]. У больной Г. не было этих факторов, и был вовлечён в процесс не левый, а правый желудочек сердца.

Запись, расшифровка и заключение по ЭКГ у больной Г. были сделаны диагностической системой «Валента» – отечественным аппаратно-программным комплексом для проведения функциональных исследований (электрокардиографии, комплекса реографических и спирометрических исследований). «Валента» – компьютерная система комплексной функциональной диагностики сердечно-сосудистой, респираторной и нервной систем организма. Основная её задача – регистрация и накопление диагностических данных функциональных методов исследования. «Валента» решает проблему комплексного автоматизированного анализа диагностических данных пациентов с выводом на печать документов, содержащих заключения и кривые. При этом оговорены следующие особенности анализа ЭКГ.

Особенности автоматической интерпретации. Автоматическая интерпретация данных исследования построена таким образом, что при диагностике нарушений, представляющих существенный риск для жизни больного (например, при инфаркте миокарда), за приоритет принята повышенная чувствительность системы. При этом возможна некоторая гипердиагностика, но значительно уменьшены шансы не заметить серьёзную патологию. В остальных случаях в принцип автоматической интерпретации положен баланс между чувствительностью и специфичностью.

Автоматическое и врачебное заключение. При анализе ЭКГ-сигнала система «Валента» формулирует автоматическое заключение, полученное на основе работы диагностических алгоритмов, исследующих амплитудно-временные параметры ЭКГ-сигнала и использующих для формирования заключения как статистические, так и логические правила. Врачебное заключение формирует непосредственно врач.

Таким образом, диагностические алгоритмы автоматической дешифрации ЭКГ типа «Вален-

та» имеют определённые ограничения (в плане универсальности распознавания патологии на ЭКГ), и роль врача-диагноста при этом остаётся приоритетной.

В заключение приведём высказывание опытных функционалистов С.Н. Прокопьевой и Л.А. Мовчан с соавт. (2008) [8]: «Следует взять за правило обязательность подробного анализа всей относящейся к больному медицинской документации – необходимо знать состояние здоровья конкретного больного. Результаты ЭКГ следует оценивать в комплексе с другими методами исследования, с учётом индивидуальных особенностей пациента. Необходимо активно работать с большими, так как во многих случаях правильное ЭКГ-заключение может быть установлено только при сравнении с анамнестическими ЭКГ».

ЛИТЕРАТУРА

1. Беленков Ю.Н., Терновой С.К. Функциональная диагностика сердечно-сосудистых заболеваний. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 976 с.
2. Дроздов Д.В., Леванов В.М. Автоматический анализ ЭКГ: проблемы и перспективы // Здравоохран. и мед. техн. – 2004. – №1. – С. 10–13.
3. Кушаковский М.С. Аритмии сердца. Руководство для врачей. 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: Фолиант, 2004. – 672 с.
4. Милославский Я.М., Ходжаева Д.И., Нефёдова А.М., Ослопов В.Н. Основные инструментальные методы исследования сердца. – Казань: изд. Казанского университета, 1983. – 142 с.
5. Мурашко В.В., Струтынский А.В. Электрокардиография. – М.: МЕДпресс-информ, 2005. – 320 с.
6. Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии. – М.: Медицина, 1983. – 528 с.
7. Ослопов В.Н., Богоявленская О.В., Милославский Я.М., Ахунова С.Ю. Инструментальные методы исследования сердца. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 600 с.
8. Прокопьева С.Н., Мовчан Л.А., Исхакова Г.Г., Розенцвейг А.К. Особенности электрокардиографической диагностики у лиц старших возрастных групп // Практик. мед. – 2008. – №4. – С. 21–29.
9. Ройтберг Г.Е., Струтынский А.В. Внутренние болезни. Система органов дыхания. – М.: Бином, 2005. – 510 с.
10. Шевченко Н.М., Гросу А.А. Нарушения ритма сердца. – М.: Контимед, 1992. – 144 с.