

С.Н. Богомолов, В.Н. Солнцев,
А.Н. Куликов, А.Н. Кучмин

Возможности электрокардиографии в диагностике гипертрофии миокарда левого желудочка

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Рассматривается возможность электрокардиографии в диагностике гипертрофии миокарда левого желудочка. Подтверждено положение о том, что электрокардиографические критерии гипертрофии миокарда левого желудочка имеют низкую чувствительность, ограничивающую возможность их применения в клинической практике. Показана возможность улучшения чувствительности электрокардиографической диагностики гипертрофии миокарда левого желудочка путем создания комплексного критерия, включающего антропометрические, половые и возрастные данные, а также величины вольтажа и длительности желудочковых комплексов электрокардиограммы покоя в 12 отведениях. Приняв за истину референтный порог для гипертрофии миокарда левого желудочка индекс массы миокарда по Тейхольцу $>15 \text{ г/м}^2$ у мужчин и $>95 \text{ г/м}^2$ у женщин, на основе электрокардиографических данных, используя регрессионный и дискриминантный анализы, построили два варианта прогноза гипертрофии левого желудочка, позволившие установить верный диагноз гипертрофии левого желудочка у 79 и 76,8% пациентов соответственно. При этом чувствительность электрокардиографических критериев в регрессионном анализе составила 73,6%, в дискриминантном – 71,4%, специфичность – 83,3 и 84,1% соответственно, что существенно превышает общепринятые представления о точности электрокардиографической методики. Представленные формулы (уравнения) регрессионной и дискриминантной моделей целесообразно использовать для создания компьютеризированных алгоритмов диагностики гипертрофии левого желудочка по данным обычной электрокардиограммы.

Ключевые слова: электрокардиографические критерии, гипертрофия миокарда левого желудочка, антропометрические, половые и возрастные особенности пациентов, длительность желудочковых комплексов электрокардиограммы покоя в 12 отведениях, индекс массы миокарда левого желудочка, регрессионный анализ, дискриминантный анализ, формулы (уравнения) регрессионной и дискриминантной моделей.

Введение. Начиная с конца XX в. заболевания системы кровообращения являются основной причиной смерти людей в большинстве развитых стран мира и составляют до 40% всех случаев смерти [9]. При этом во многих случаях выявляют гипертрофию миокарда левого желудочка (ГЛЖ) [22]. В частности, L. Oikarinen et al. [18] на основании результатов Фрамингемского исследования заявляют о встречаемости ГЛЖ у 16–19% населения и не менее, чем у 60% больных артериальной гипертензией (АГ). Точных статистических данных по Российской Федерации, к сожалению, нет. Однако можно предположить, что ситуация с распространенностью данной патологии у нас в стране вряд ли более благоприятная. Учитывая данные факты, с 2003 г. в рекомендациях по лечению АГ в качестве одного из существенных параметров, принимаемых во внимание при назначении терапии, выделяют ГЛЖ [6], последняя тесно связана с увеличением сердечно-сосудистого риска. По данным M. Koren et al. [12], наличие ГЛЖ в популяции связано с развитием осложнений со стороны системы кровообращения (смерть, инфаркт миокарда, инсульт) в 4,6% случаев (по сравнению с 1,2% у лиц без ГЛЖ), смерть от сердечно-сосудистых причин отмечена у 1,4% лиц с ГЛЖ (для сравнения – у 0,1% больных без ГЛЖ). Также показано, что уменьшение выраженности ГЛЖ приводит к ряду благоприятных

последствий, результатом чего является улучшение прогноза пациентов [4].

Несмотря на очевидную важность верификации гипертрофии ЛЖ, частота ее выявления сильно зависит от используемой методики. Более того, данные, полученные при обычных исследованиях (электрокардиография (ЭКГ), рентгенография органов грудной полости (ОГП) и эхокардиография (ЭхоКГ)), нередко вступают в противоречие друг с другом. Например, вольтажные признаки ГЛЖ на ЭКГ не находят подтверждения при ЭхоКГ, и наоборот, выраженная ГЛЖ по данным ЭхоКГ порой сопровождается весьма скромными изменениями на электрокардиограмме.

В настоящее время принято считать, что основной методикой выявления ГЛЖ является ЭхоКГ, однако, возможные технические сложности визуализации снижают ценность исследования, что может приводить как к гипо-, так и к гипердиагностике ГЛЖ. В то же время ЭКГ не утратила своей актуальности, являясь оптимальным методом как с точки зрения стоимости, так и воспроизводимости, а также объективизации полученных данных.

Традиционно на начальном диагностическом этапе врач предполагает или исключает наличие гипертрофии ЛЖ, основываясь, в первую очередь, на данных ЭКГ [10].

В настоящее время предложено множество ЭКГ-критериев ГЛЖ, которые условно можно разделить на так называемые «вольтажные», учитывающие величину амплитуд волн на электрокардиограмме, «комбинированные», при которых учитываются не только амплитуда волн QRS-комплекса, но и его длительность, и «смешанные», которые принимают во внимание вторичные изменения реполяризации [1]. В основном, все они оценивают наличие или отсутствие ГЛЖ по принципу бинарности, т. е. либо ГЛЖ имеется, либо нет.

Известно, что ЭКГ-критерии ГЛЖ имеют низкую чувствительность, которая, однако, может повышаться при сопутствующей АГ, у пациентов старшей возрастной группы, при увеличении систолического артериального давления (САД), при наличии сопутствующих изменений на электрокардиограмме (отклонение электрической оси (ЭОС) влево, расщепление QRS-комплексов, реполяризационные изменения).

Так, в некоторых публикациях отмечена зависимость чувствительности ЭКГ-критериев гипертрофии ЛЖ от этиологии основного заболевания, в частности, чувствительность Корнельского вольтажного критерия повышается при АГ [21]. Поскольку выявляемость ГЛЖ традиционно выше у лиц, страдающих АГ, то большинство исследований по изучению чувствительности и специфичности ЭКГ-критериев ГЛЖ проводилось именно у данной категории пациентов. Например, частота выявляемости ГЛЖ у пациентов, страдающих АГ, при использовании обычной ЭКГ составляет всего 10%, тогда как при использовании ультразвуковой методики данный показатель возрастает до 50–70% [20]. По данным J.J. Mahn et al. [16], при бессимптомно протекающей АГ чувствительность и специфичность ЭКГ-критериев ГЛЖ (Корнельского критерия, Корнельского произведения и Миннесотского кода 3.1/3.2) значительно ниже ЭхоКГ признаков (толщина задней стенки левого желудочка (ЗСЛЖ), толщина межжелудочковой перегородки (МЖП) и масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ)). Таким образом, ЭКГ имеет ограниченное применение для стратификации риска по наличию ГЛЖ у бессимптомных пациентов, страдающих АГ.

Имеются указания, что чувствительность ЭКГ-критериев ГЛЖ зависит от возраста пациента. Так, D. Levy [14] и W.R. Kannel [11], анализируя результаты Фрамингемского исследования, отметили зависимость распространенности гипертрофии ЛЖ и резкое увеличение ее встречаемости по мере увеличения возраста обследованных. В частности, молодые лица при наличии вольтажных критериев гипертрофии ЛЖ могут ее вовсе не иметь, но в то же время наличие этих же признаков у пожилых пациентов с высокой вероятностью указывает на ГЛЖ.

Несмотря на слабую чувствительность ЭКГ-признаков ГЛЖ показано, что при скрининговом обследовании пациентов выявление положительных значений критерия Соколова – Лайона и Корнельского

произведения может рассматриваться как значимый предиктор сердечно-сосудистых событий [15].

Параллельно с этим в некоторых публикациях прослеживается тенденция к упрощению ЭКГ-критериев ГЛЖ. В частности, S. Jern [8] считает, что у пациентов с эссенциальной артериальной гипертензией наличие таких критериев, как увеличение амплитуды зубцов R и S, уширение комплекса QRS, отклонение ЭОС влево, изменения в ST-сегменте и T-волнах, достаточно для диагностирования ГЛЖ.

В целом, в литературе имеется недостаточно данных об исследованиях, направленных на повышение чувствительности и диагностической точности ЭКГ при диагностике ГЛЖ. Между тем индивидуализация ЭКГ-данных могла бы улучшить качество диагностики ГЛЖ.

Цель исследования. На основе антропометрических данных и различных характеристик ЭКГ пациентов разработать математический алгоритм диагностики ГЛЖ, превосходящий по точности традиционные критерии.

Задачи исследования: 1) оценить чувствительность и специфичность наиболее распространенных электрокардиографических критериев ГЛЖ, приняв за референтный показатель ГЛЖ величину индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) при эхокардиографии; 2) определить возможности повышения диагностической точности электрокардиографического определения ГЛЖ на основе комплексного анализа данных ЭКГ и антропометрических характеристик пациентов терапевтического стационара; 3) выработать решающее правило диагностики на основе комплекса электрокардиографических и антропометрических данных; оценить его чувствительность, специфичность и диагностическую точность.

Материалы и методы. На первом этапе в случайном порядке были отобраны 168 пациентов, из них 121 – мужчины и 47 – женщины в возрасте от 18 до 89 лет, находящихся на стационарном лечении в клинике пропедевтики внутренних болезней Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (ВМА). Каждому пациенту были выполнены следующие исследования: 1) клиническое исследование с оценкой основных антропометрических данных: возраст, рост, масса тела, индекс массы тела (ИМТ), окружность талии (ОТ); 2) ЭКГ в 12 отведениях с определением величин амплитуд Q-, R-, S-волн и длительности QRS-комплекса; 3) расчет ЭКГ-критериев, ранее предложенных для диагностики ГЛЖ, вычисленных на основе вольтажных характеристик Q-, R-, S-волн и длительности QRS-комплексов в стандартных, усиленных и грудных отведениях [1]; 4) ЭхоКГ с расчетом ММЛЖ и ИММЛЖ по методике L. Teicholtz в модификации R. Devereux [3].

На втором этапе исследования по результатам оценки ЭКГ 46 пациентов (39 мужчин и 7 женщин) были исключены из дальнейшего анализа. Причиной исключения послужили электрокардиограммы, затрудняющие диагностику ГЛЖ из-за нарушений про-

водимости (блокады пучков Гиса и их разветвлений), рубцовых изменений и имплантированных электрокардиостимуляторов.

ЭКГ в 12-отведениях регистрировали на стресс-системе «Schiller Cardiovit CS-200», предусматривающей автоматический анализ амплитудных и временных характеристик всех элементов ЭКГ. ЭхоКГ исследование выполняли на системе ультразвуковой диагностики «Acuson Sequoia 512». Измерение ММЛЖ рассчитывали по формуле:

$$\text{ММЛЖ} = 0,8 \times 1,04 [(КДР + ТЗСЛЖ + ТМЖП)^3 - КДР^3] + 0,6,$$

где КДР – конечный диастолический размер ЛЖ; ТЗСЛЖ – толщина задней стенки ЛЖ; ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки.

ИММЛЖ рассчитывали как отношение ММЛЖ к площади поверхности тела (ППТ):

$$\text{ИММЛЖ} = \text{ММЛЖ} / \text{ППТ}$$

ППТ вычислялась по формуле Мостеллера [17]:

$$\text{ППТ} (\text{м}^2) = \text{ППТ} = \sqrt{(\text{масса тела} (\text{кг}) \times \text{рост} (\text{см}) / 3600)}$$

В качестве референтного критерия ГЛЖ выступила величина ИММЛЖ < 115 г/м² для мужчин и < 95 г/м² для женщин [3].

По данным ЭхоКГ, согласно ИММЛЖ ГЛЖ выявлена у 53 человек (28 мужчин и 25 женщин), отсутствие ГЛЖ – у 69 человек (54 мужчин и 15 женщин). Среди пациентов с ГЛЖ АГ выявлена у 35 человек (17 мужчин и 18 женщин), предполагаемая гипертрофическая кардиомиопатия, в соответствии с Европейскими критериями 2014 года [19] – у 11 человек (8 мужчин и 3 женщины), клапанный порок сердца – у 4 человек (2 мужчины и 2 женщины), не удалось установить причину ГЛЖ у 3 пациентов (1 мужчина и 2 женщины).

Кроме того, рассчитывались характеристики диагностической информативности традиционных ЭКГ-критериев ГЛЖ, наиболее часто встречающихся в публикациях. Для этого использовали общепринятые критерии качества пробы, где положительным результатом считается наличие ГЛЖ: доля истинно положительных состояний, чувствительность (TPR), $\text{TPR} = \text{TP} / (\text{TP} + \text{FN})$; доля истинно отрицательных состояний, специфичность (TNR), $\text{TNR} = \text{TN} / (\text{FP} + \text{TN})$; положительная прогностическая ценность (PPV), $\text{PPV} = \text{TP} / (\text{TP} + \text{FP})$; отрицательная прогностическая ценность (NPV), $\text{NPV} = \text{TN} / (\text{FN} + \text{TN})$; точность (ACC), $\text{ACC} = (\text{TP} + \text{TN}) / \text{N}$, где N – общее количество исследованных пациентов; TP – число истинно положительных случаев; TN – число истинно отрицательных; FP – число ложно положительных; FN – число ложно отрицательных.

Для оценки согласованности критериев между собой использовали каппа-критерий (KK), рассчитываемый по формуле [2]:

$$\text{KK} = 2 \times (\text{TP} \times \text{TN} - \text{FP} \times \text{FN}) / ((\text{TP} + \text{FP}) \times (\text{FP} + \text{TN}) + (\text{FN} + \text{TN}) \times (\text{TP} + \text{FN})).$$

Согласно работам J.R. Landis, G.G. Koch [13], значения KK больше 0,75 считается как прекрасная согласованность, меньше 0,40 – слабая согласованность;

значения между 0,4 и 0,75 соответствуют «достаточно хорошей» согласованности.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что по 11 критериям (№ 2, 3, 5–9, 15–18) (табл. 1) ГЛЖ выявлена не более, чем у 5 пациентов. Данные ЭКГ-критерии были сразу исключены из дальнейшего анализа. В последующем каждый из рассматриваемых ЭКГ-критериев ГЛЖ учитывался при интерпретации электрокардиограмм у пациентов, включенных в дальнейший анализ.

Результаты оценки и согласованности с референтным показателем (ИММЛЖ) частных ЭКГ-критериев ГЛЖ представлены в таблице 2.

Традиционные ЭКГ-критерии ГЛЖ имеют крайне низкую TPR, высокую TNR и слабую согласованность с референтным значением (KK). Хорошую согласованность между собой (KK=0,56) показали 1-й и 4-й критерии, при этом они оказались несогласованными ни с одним из остальных критериев. Хорошее попарное согласие было у 10–14 и 19 критериев (KK от 0,45 до 0,7). 20-й критерий оказался согласованным только с 10-м критерием (KK=0,49), а 21-й критерий – только с 19-м критерием (KK=0,54). Это подтверждает представления о том, что ГЛЖ влияет на электрическую активность миокарда в целом и, следовательно, на разные характеристики ЭКГ одновременно и в различной мере.

Чувствительность 10-го ЭКГ-критерия (Соколова – Лайона) составила 12%, специфичность – 94,2%. Чувствительность 18-го ЭКГ-критерия (Корнельского вольтажного) и 20-го ЭКГ-критерия (Корнельского вольтажного произведения) были весьма низкими. Так, чувствительность Корнельского вольтажного произведения составила всего лишь 8%, при специфичности в 97,1%. Полученные данные несколько противоречат результатам исследования R.J. Esper [5], указывающего на гораздо большую чувствительность Корнельского вольтажного критерия и Корнельского вольтажного произведения, а также Корнельского регрессионного уравнения (35–50%). Неожиданно низкую чувствительность в 6% показал 4-й ЭКГ-критерий, который, согласно исследованиям P. Gosse et al. [7] лучше коррелирует с показателями ММЛЖ ЭхоКГ. Наибольшую чувствительность показывают критерии, где учитываются как общий вольтаж волн стандартной ЭКГ, так и произведения общего вольтажа и длительности усредненного QRS-комплекса. Так, максимальную, хотя и недостаточную, чувствительность имели 2 критерия: общий вольтаж в 12 отведениях > 175 мм (19-й ЭКГ-критерий) и Корнельское вольтажное произведение (21-й ЭКГ-критерий) ((RaVL+SV3) QRS duration > 2436 мм мс), хотя специфичность последнего оказалась существенно ниже всех прочих критериев.

При учете низких показателей TPR традиционных ЭКГ-критериев ГЛЖ, сделана попытка найти алгоритм для определения факта наличия ГЛЖ путем создания формулы, «угадывающей» ИММ и учитывающей не

Таблица 1

Характеристика критериев ГЛЖ

ЭКГ-критерии ГЛЖ	Пациенты с положительными значениями критериев, абс. (%)
1. $(R_I - S_I) + (S_{III} - R_{III}) > 16$ мм	12 (10,1)
2. $(R_I + S_{III}) > 25$ мм	3 (2,5)
3. $R_I > 15$ мм	1 (0,8)
4. $R_{aVL} > 11$ мм	5 (4,2)
5. $R_{aVF} > 20$ мм	1 (0,8)
6. Q_{aVR} или $S_{aVR} = 19$ мм	0 (0)
7. R+S в любом отведении от конечностей >19 мм	3 (2,5)
8. $S_{V1} > 23$ мм	1 (0,8)
9. $S_{V2} > 25$ мм	2 (1,7)
10. $S_{V1} + R_{V5} > 35$ мм (критерий Соколова – Лайона)	10 (8,4)
11. $S_{V2} + R_{V5,6} > 45$ мм	5 (4,2)
12. R+S в любом грудном отведении >35 мм	10 (8,4)
13. R в любом грудном отведении >26 мм	13 (10,9)
14. $S_{V2} + R_{V4,5} > 45$ мм	9 (7,6)
15. $R_{V5} > 33$ мм	0 (0)
16. $R_{V6} > 25$ мм	0 (0)
17. $R_{aVF} + S_{aVF} + R_{V2} + S_{V2} + R_{V6} + S_{V6} > 59$ мм (для лиц старше 30 лет)	4 (3,4)
18. $S_{V3} + R_{aVL} > 28$ мм (М) или >20 мм (Ж) (Корнельский критерий)	4 (3,4)
19. Общий вольтаж в 12 отведениях >175 мм	26 (21,9)
20. $(R_{aVL} + S_{V3}) \times \text{QRS duration} > 2436$ мм×мс (Корнельское вольтажное произведение)	6 (5)
21. Общий вольтаж в 12 отведениях×QRS duration >1742 мм×мс	51 (42,9)

Примечание: R_I – амплитуда волны R в отведении I; S_I – амплитуда волны S в отведении I; S_{III} – амплитуда волны S в отведении III; R_{III} – амплитуда волны R в отведении III; R_{aVL} – амплитуда волны R в отведении aVL; R_{aVF} – амплитуда волны R в отведении aVF; Q_{aVR} – амплитуда волны Q в отведении aVR; S_{aVR} – амплитуда волны S в отведении aVR; R – амплитуда волны R; S – амплитуда волны S; S_{V1} – амплитуда волны S в отведении V1; S_{V2} – амплитуда волны S в отведении V2; R_{V5} – амплитуда волны R в отведении V5; $R_{V5,6}$ – амплитуда волны R в отведении V5 или V6; $R_{V4,5}$ – амплитуда волны R в отведении V4 или V5; R_{V6} – амплитуда волны R в отведении V6; S_{aVF} – амплитуда волны S в отведении aVF; S_{V6} – амплитуда волны S в отведении V6; S_{V3} – амплитуда волны S в отведении V3; $(R_{aVL} + S_{V3}) \times \text{длительность QRS} > 2436$ мм×мс – произведение суммы амплитуд волны R в отведении aVL и волны S в отведении V3 и длительности QRS-комплекса, превышающее 2436 мм×мс; произведение общего вольтаж в 12 отведениях и длительности QRS-комплекса, превышающее 1742 мм×мс.

Таблица 2

Операционные характеристики критериев

ЭКГ-критерий	TP	FP	FN	TN	TPR, %	TNR, %	PPV, %	NPV, %	ACC, %	КК
1	8	4	42	65	16	94,2	66,7	60,7	61,3	0,11
4	3	2	47	67	6	97,1	60	58,8	58,8	0,04
10	6	4	44	65	12	94,2	60	59,6	59,7	0,07
11	3	2	47	67	6	97,1	60	58,8	58,8	0,04
12	5	5	45	64	10	92,8	50	58,7	58	0,03
13	8	5	42	64	16	92,8	61,5	60,4	60,5	0,10
14	5	4	45	65	10	94,2	55,6	59,1	58,8	0,05
19	11	15	39	54	22	78,3	42,3	58,1	54,6	0,00
20	4	2	46	67	8	97,1	66,7	59,3	59,7	0,06
21	21	30	29	39	42	56,5	41,2	57,4	50,4	-0,02

только амплитудные и временные характеристики ЭКГ, но и пол, возраст, а также некоторые антропометрические характеристики пациентов.

За истину был принят референтный порог для ГЛЖ по ИММЛЖ по Тейхольцу (>115 г/м² у мужчин и >95 г/м² у женщин), методами многомерной статистики произведена «подгонка» под значения ИММЛЖ для

выборки. Для этого проведено построение двух вариантов прогноза ГЛЖ по критерию ИММЛЖ (Т) на основе ЭКГ-данных: методом регрессионного анализа (построения прогноза ИММЛЖ по ЭКГ и затем принятия решения об ГЛЖ) и методом дискриминантного анализа (построения решающей функции непосредственно по ЭКГ).

Из 122 пациентов исследуемой выборки после проведения многомерного анализа с помощью метода анализа главных компонент «удалены» три пациента (2 мужчины и 1 женщина). Таким образом, для дальнейшего анализа было оставлено 119 пациентов (80 мужчин и 39 женщин). Различия в возрасте, по ИМТ, а также в окружности талии между мужчинами и женщинами оказались статистически незначимы. В описываемых далее процедурах мужчины и женщины были объединены в одну группу, поскольку ИММЛЖ у них значимо не различался (у мужчин – $109,4 \pm 29,7$, у женщин – $104,8 \pm 30,6$; $p=0,43$).

На основе набора из 35 показателей ЭКГ (величин амплитуд Q-волн в 10 отведениях (исключены Q_{V_1} и Q_{V_2} , оказавшиеся неинформативными), величин амплитуд волн R- и S в 12 отведениях, усредненного показателя QRS_{av} и 6 антропометрических показателей: пол, возраст, рост, масса тела, ИМТ, ОТ – была построена прогностическая функция для ИММЛЖ. Прогноз строился методами линейной множественной регрессии и линейного дискриминантного анализа, с использованием методики пошагового исключения показателей.

Последовательный пошаговый отбор наименее значимых показателей оставил в регрессионном анализе только 12 показателей при множественном коэффициенте корреляции $R=0,76$ и стандартном отклонении ошибки $sd=20,5$.

Формула (уравнение) регрессионной модели имела вид:

$$(13,23 \times \text{пол}) + (0,575 \times \text{возраст}) - (0,904 \times \text{масса тела}) + (2,933 \times \text{ИМТ}) - (3,651 \times R_I) + (4,302 \times R_{aVL}) - (5,976 \times R_{V_1}) + (2,084 \times R_{V_2}) + (1,861 \times R_{V_6}) + (2,796 \times S_{V_1}) + (6,016 \times S_{V_6}) + (0,6345 \times QRS_{av}) - 39,09.$$

При этом для мужчин $\text{пол}=1$, для женщин $\text{пол}=0$. Наличие или отсутствие ГЛЖ определяли, сравнивая результат расчетов со стандартным порогом ИММЛЖ.

Пошаговый отбор в дискриминантном анализе оставил только 6 показателей. Дискриминантная функция оказалась статистически значимой ($p < 0,0001$) и обеспечивала 79,8% правильной классификации.

Формула (уравнение) дискриминантной модели имела вид:

$$(0,0286 \times \text{возраст}) - (0,0524 \times \text{масса тела}) + (0,106 \times Q_{aVR}) + (0,152 \times R_{aVL}) + (0,0949 \times R_{V_6}) + (0,0686 \times S_{V_2}) + 4,611.$$

При этом если дискриминантная функция > 0 , то ГЛЖ вероятна, если дискриминантная функция ≤ 0 – ГЛЖ сомнительна.

Таким образом, регрессионный и дискриминантный анализы позволили установить верный диагноз ГЛЖ у 79 и 76,8% соответственно в общей выборке пациентов (табл. 3). При этом чувствительность ЭКГ-критериев в регрессионном анализе составила – 73,6%, в дискриминантном – 71,4%. Специфичность – 83,3 и 84,1% соответственно, что существенно превышает общепринятые представления о точности электрокардиографии.

Таблица 3

Итоги регрессионного (дискриминантного) анализов

Критерии ЭхоКГ	ЭКГ-критерии		% правильной классификации
	Нет ГЛЖ	ГЛЖ	
Нет ГЛЖ	55 (53)	14 (16)	79,7 (76,8)
ГЛЖ	11 (10)	39 (40)	(80)

Заключение. Традиционные ЭКГ-критерии диагностики ГЛЖ имеют низкую чувствительность и плохо согласуются между собой, что делает невозможным их применение в качестве скринирующих проб. Использование комбинированных критериев в большей степени повышает чувствительность диагностики ГЛЖ, чем каждый в отдельности стандартный ЭКГ-критерий. Это обусловлено тем, что при формировании решающих правил диагностики ГЛЖ учитываются многие ЭКГ-признаки, а также антропометрические, половые и возрастные особенности пациентов. Комбинация антропометрических данных с ЭКГ-критериями позволяет создать два варианта прогнозирования ГЛЖ, которые целесообразно использовать для создания компьютеризированных алгоритмов диагностики ГЛЖ по данным обычной электрокардиограммы.

Литература

1. AHA/ACCF/HRS Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram: Electrocardiogram Changes Associated With Cardiac Chamber Hypertrophy A Scientific Statement From the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society Endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology / J. Am. Coll. Cardiol. – 2009. – Vol. 53 (11). – P. 992–1002.
2. Cohen, J. A coefficient of agreement for nominal scales / J. Cohen // Educ. Psychol. Meas. – 1960. – Vol. 20. – P. 37–46.
3. Devereux, R.B. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings / R.B. Devereux [et al.] // Am. J. Cardiol. – 1986. – Vol. 47. – P. 450–458.
4. Devereux, R.B. Regression of left ventricular hypertrophy as a surrogate end-point for morbid events in hypertension treatment trials. R.B. Devereux [et al.] // J. Hypertens. Suppl. – 1996. – Vol. 14. – P. 95–101.
5. Esper, R.J. Do patients need for regular examination to detect left ventricular hypertrophy? R.J. Esper. – Argentina. – 2000. – Vol. 22, № 4. – P. 50–52.
6. European Society of Hypertension – European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension / J. Hypertension. – 2003. – Vol. 21. P. 1011–53.
7. Gosse, P. ECG detection of left ventricular hypertrophy: the simpler, the better? / P. Gosse [et al.] // J. Hypertension. – 2012. – Vol. 30 (5). P. 990–996.
8. Jern, S. Assessment of left ventricular hypertrophy in patients with essential hypertension / S. Jern. // Blood Pressure. – 1997. – № 2. – P. 16–23.
9. Kalbfleisch, J.D. Competing risks: the statistical analysis of failure time data / J.D. Kalbfleisch, R.L. Prentice. – New York: John Wiley & Sons, 1980. – P. 163–88.
10. Kannel, W.B. Left ventricular hypertrophy by electrocardiogram. Prevalence, incidence and mortality in the Framingham Study / W.B. Kannel, T. Gordon, D. Offutt // Ann. Intern. Med. – 1969. – Vol. 71. – P. 89–105.

11. Kannel, W.B. Left ventricular hypertrophy as a risk factor: the Framingham experience / W.B. Kannel // J. Hypertens. – 1991. – Vol. 9 (suppl 2). – P. 3–9.
12. Koren, M.J. Changes in left ventricular mass predict risk in essential hypertension / M.J. Koren, D.D. Savage, P.N. Casale // Circulation. – 1990. – Vol. 82 (Suppl. 11). – P. 29.
13. Landis, J.R. A one-way components of variance model for categorical data. / J.R. Landis, G.G. Koch. // Biometrics. – 1977. – Vol. 33. – P. 671–679.
14. Levy, D. Left ventricular hypertrophy. Epidemiological insights from the Framingham Study / D. Levy // Drugs. – 1988 (suppl 5). – P. 1–5.
15. Lonn, E. Relationship of electrocardiographic left ventricular hypertrophy to mortality and cardiovascular morbidity in high-risk patients. / E. Lonn [et al.] // Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil. – 2003. – Vol. 10. – P. 420–428.
16. Mahn, J.J. Test characteristics of electrocardiography for detection of left ventricular hypertrophy in asymptomatic emergency department patients with hypertension / J.J. Mahn [et al.] // Acad. Emerg. Med. – 2014. – Vol. 21 (9). – P. 996–1002.
17. Mosteller, R.D. Simplified calculation of body-surface area / R.D. Mosteller // N. Engl. J. Med. – 1987. – Vol. 317 (17). – P. 1098.
18. Oikarinen, L. Electrocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy with time-voltage QRS and QRST-wave areas / L. Oikarinen // J. Hum. Hypertens. – 2004. – Vol. 18 (1). – P. 33–40.
19. Recommendations for Chamber Cardiac Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging / Journal of the American Society of Echocardiography – 2014. – Vol. 28, № 1 – P. 13–16.
20. Skorton, D.J. Noninvasive assessment of myocardial composition and function in the hypertrophied heart/ D.J. Skorton // Circulation. – 1989. – Vol. 80, № 4. – P. 1095–1097.
21. Vinyoles, E. Variability and concordance of Cornell and Sokolow-Lyon electrocardiographic criteria in hypertensive patients / E. Vinyoles [et al.] // Blood Press. – 2012. – Vol. 21 (6). – P. 352–359.
22. Yamamoto, K. Analysis of left ventricular diastolic function / K. Yamamoto, M.M. Redfield, R.A. Nishimura // Heart. – 1996. – Vol. 75 (suppl. 2). – P. 27–35.

S.N. Bogomolov, V.N. Solntsev, A.N. Kulikov, A.N. Kuchmin

Possibility of electrocardiography in the diagnosis of left ventricle hypertrophy

Abstract. *The possibility of electrocardiography in diagnosing left ventricular hypertrophy is discussed. We confirmed that the electrocardiographic criteria of left ventricular hypertrophy have low sensitivity, limiting their applicability in clinical practice. We have shown a possibility of improving the sensitivity of the electrocardiographic method of left ventricular hypertrophy diagnostics by creating a comprehensive criteria, including anthropometric, gender, age features of patients and the values of the voltage and the duration of left ventricular-complexes of the electrocardiogram the resting 12-lead electrocardiography. Accepting the reference threshold for hypertrophy as left ventricular mass index (by L. Teicholz) >115 g/m² for men and >95 g/m² for women, we built two variants of the forecast of left ventricle hypertrophy based on electrocardiographic data by regression and discriminant analyses. These methods allowed us to made the correct diagnosis of left ventricle hypertrophy in 79 and in 76,8% patients respectively. The sensitivity of electrocardiography criteria in the regression analysis amounted to 73,6%, while in discriminant – 71,4%, specificity – 83,3and 84,1% respectively, data significantly higher than generally accepted perceptions of the accuracy of the electrocardiographic techniques. Represented by formula (equation) regression and discriminant models should be used to generate computerized diagnostic algorithms of left ventricular hypertrophy on electrocardiogram data routine.*

Key words: *electrocardiographic criteria, left ventricular hypertrophy, anthropometric, sex and age characteristics of the patients, duration of ventricular complexes resting 12-lead electrocardiogram, index of left ventricular mass, regression analysis, discriminant analysis, formula (equation) of regression and discriminant models.*

Контактный телефон: 8-921-741-80-31; e-mail: pashalesha@yandex.ru