

# Диагностическая ценность электрокардиографических критериев гипертрофии левого желудочка при эссенциальной артериальной гипертензии и в сочетании с ишемической болезнью сердца

О.Я. Чайковская, ординатор лаб. ЭКГ

Г.В. Рябыкина, д.м.н., профессор, зав. лабораторией ЭКГ

И.Л. Козловская, к.м.н., научный сотрудник лаборатории ЭКГ

А.В. Соболев, д.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории ЭКГ

Е.Ш. Кожемякина, инженер-программист отдела информационных технологий

М.А. Саидова, д.м.н., профессор, рук. лаборатории УЗ-методов исследования

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, г. Москва

## The diagnostic value of electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy in essential arterial hypertension alone and in combination with coronary heart disease

O. Ya. Chaykovskaya, G.V. Ryabykina, I.L. Kozlovskaya, A.V. Sobolev, Kozhemyakina, E. Sh. M.A. Saidova

National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

### Резюме

Цель. Оценить диагностическую значимость электрокардиографических критериев гипертрофии левого желудочка, предлагаемых к использованию в современных Клинических рекомендациях «Артериальная гипертензия у взрослых», в сочетании с ИБС и без неё в сопоставлении с данными эхокардиографии. Материалы и методы. Электрокардиографически и эхокардиографически обследовано 165 больных с артериальной гипертензией (АГ) в сочетании и без ИБС: 139 больных с АГ без ИБС (группа АГ) и 26 больных с АГ и сопутствующей ИБС (группа АГ+ИБС). Результаты. Согласно данным ЭхоКГ критерии ГЛЖ («ЭхоКГ+») были выявлены у 72 (51,7%) больных в группе АГ и у 12 (46,1%) больных в группе АГ+ИБС. В подгруппе «ЭхоКГ+» ЭКГ признаки гипертрофии по трем критериям Рекомендаций «Артериальная гипертензия у взрослых», 2016 (индекс Соколова-Лайона, Корнельское произведение, Корнельский показатель) определялись у 22 (30,5%) больных группы АГ и ни в одном случае в группе АГ+ИБС. В подгруппе «ЭхоКГ-» электрокардиографические признаки гипертрофии миокарда левого желудочка определялись у 9 больных группы АГ и у двух больных группы АГ+ИБС. Использование дополнительных вольтажных критериев ГЛЖ в отведениях фронтальной плоскости ( $R1 \geq 15$  мм,  $(R1 + SIII) \geq 25$  мм,  $RaVL \geq 12$  мм) повысило выявление ГЛЖ с 30,5% (n=22) до 51,3% (n=37). На ложноотрицательную ЭКГ-диагностику ГЛЖ оказывают влияние позиционные особенности, нарушение внутрижелудочковой проводимости, метаболические нарушения и увеличенная масса тела. Заключение. У больных АГ индекс Соколова-Лайона, Корнельский показатель и Корнельское произведение обладают недостаточной чувствительностью в диагностике ГЛЖ (30,5%). Добавление вольтажных критериев ГЛЖ в отведениях фронтальной плоскости увеличивает чувствительность ЭКГ до 51,3%. Снижение информативности вольтажных критериев ГЛЖ вызвано в основном позиционными особенностями сердца, нарушением внутрижелудочковой проводимости, метаболическими нарушениями и увеличенной массой тела.

Ключевые слова: гипертрофия левого желудочка, электрокардиография, эхокардиография, артериальная гипертензия

### Summary

Objective: to evaluate the diagnostic significance of the electrocardiographic (ECG) criteria for left ventricular hypertrophy (LVH) in 12 leads in patients with essential arterial hypertension (AH) and in AH in combination with ischemic heart disease (IHD) compared with echocardiography (EchoCG) data. Materials and methods: ECG and EchoCG were carried out in 165 patients with AH (n=139) and AH with concomitant IHD (n=26). Results: EchoCG signs of LVH ("EchoCG +") were detected in 72 (51,7%) patients with AH and in 12 (46,1%) patients in AH + IHD. In the EchoCG + group the electrocardiographic signs of LVH (Sokolov-Lyon index, Cornell product, Cornell index) were determined in 37 (30,5%) hypertensive patients and in no case in the AH + IHD group. In the "EchoCG-" group, electrocardiographic signs of LVH were determined in 8 hypertensive patients and two in the AH + CHD group. The use of additional voltage criteria for LVH in the frontal plane leads ( $R1 \geq 15$  mm,  $R1 + SIII \geq 25$  mm,  $R aVL \geq 12$  mm) increased the detection of LVH from 30,5% (n=22) to 51,3% (n=37). The false negative ECG diagnosis of LVH was influenced by: positional features, interventricular conduction defect, metabolic disorders and high index body mass. Conclusion: The Sokolov-Lyon index, the Cornell index, the Cornell product have low sensitivity in the diagnosis of LVH (30,5%). Adding the frontal plane leads voltage criteria for LVH may contribute to increase in electrocardiographic LVH detection (51,3%). The decrease in the sensitivity of the ECG criteria for LVH is mainly caused by the positional features of the heart, interventricular conduction defect, metabolic disorders and high index body mass.

Key words: left ventricular hypertrophy, electrocardiography, echocardiography, arterial hypertension.

### Введение

Артериальная гипертензия (АГ) является наиболее распространенным сердечно-сосудистым заболеванием и фактором риска: по результатам эпидемиологических исследований в РФ и за рубежом повышение уровня АД отмечается у 30–45% взрослого населения [1]. Согласно действующим клиническим рекомендациям, всем пациентам с АГ показано проведение электрокардиографии (ЭКГ) покоя с целью выявления гипертрофии левого желудочка

(ГЛЖ). В качестве основных критериев, характеризующих ГЛЖ, в рекомендациях предложены: индекс Соколова-Лайона (ИС-Л):  $SV1 + RV5 - 6 \geq 35$  мм; Корнельский показатель (КП):  $RAVL + SV3 \geq 20$  мм для женщин и  $RAVL + SV3 \geq 28$  мм для мужчин; Корнельское произведение (КПр):  $(RAVL + SV3)$  мм x QRS мс  $\geq 2440$  мм x мс [2]. Наличие указанных признаков ГЛЖ свидетельствует о поражении сердца как органа-мишени при АГ и входит в число факто-

ров, определяющих прогноз заболевания и выбор терапии.

В клинической практике часто встречается сочетание АГ с коронарным атеросклерозом. По результатам многоцентровых исследований (Systolic Hypertension in Europe Trial Investigators, MRFIT, ПРЕМЬЕРА, EUROPE, INVEST, CAMELOT) 66–80% пациентов с АГ страдают также ишемической болезнью сердца (ИБС).

Электрокардиографическая диагностика ГЛЖ при АГ в сочетании с ИБС основывается на тех же диагностических критериях, которые применяются при АГ без сопутствующей патологии. Вместе с тем, наличие ИБС может вносить свой вклад в изменения ЭКГ и оказывать влияние на диагностическую ценность метода.

**Целью настоящего исследования** явилась оценка распространенности признаков ГЛЖ по данным цифровой ЭКГ в 12 отведениях у больных эссенциальной АГ и эссенциальной АГ в сочетании с ИБС в сопоставлении с данными эхокардиографии (ЭхоКГ).

### Материалы и методы

Были проанализированы 1855 последовательных историй болезни из архива НМИЦ Кардиологии. В исследование было отобрано 165 случаев с клиническим диагнозом «артериальная гипертензия»: 139 больных с эссенциальной АГ без ИБС (группа АГ) и 26 больных с АГ в сочетании с ИБС (группа АГ+ИБС). Пациенты с другой сопутствующей структурной патологией сердца в исследование не включались. Критериями исключения являлись также наличие очагово-рубцовых поражений у больных ИБС и наличие полных блокад левой и правой ножек пучка Гиса.

Регистрация ЭКГ-12 производилась на аппарате «Easy ECG Rest» (ООО «АТЕС МЕДИКА софт») при стандартной калибровке сигнала (1 мВ = 10 мм) и скорости регистрации 25 мм/с. Анализ ЭКГ осуществлялся автоматически, с помощью программного обеспечения «Easy ECG Rest» (ООО «АТЕС МЕДИКА софт»). При автоматической программной ЭКГ-диагностике ГЛЖ использовались три критерия [3]:

1. Корнельский показатель (КП) равный  $SV3+RaVL$ . Критерий ГЛЖ: для мужчин  $KP \geq 2,8$  мВ, для женщин  $KP \geq 2,0$  мВ.
2. Корнельское произведение (КПр) — произведение КП на продолжительность QRS. Критерий ГЛЖ:  $KPr \geq 243,6$  мВ × мс. Продолжительность QRS определялась программно по автоматическому алгоритму с вычислением длительности QRS по всем отведениям с последующим выбором максимального значения. Именно это значение принималось за показатель длительности комплекса QRS. Проверка всех расставленных меток продолжительности различных интервалов предсердно-желудочкового комплекса в автоматическом режиме проводилась врачом. В случаях, когда метки в автоматическом режиме были расставлены неверно, врач проводил ручное измерение, после чего на основании новых меток программа пересчитывала по указанному алгоритму показатель длительности QRS с учетом этих новых значений.
3. Индекс Соколова-Лайона (ИС-Л):  $RV5+SV1$  Критерий ГЛЖ:  $ИС-Л \geq 3,5$  мВ.

Выбор этих критериев был обусловлен Рекомендациями [2].

Дополнительно нами были проанализированы три ЭКГ-критерия ГЛЖ —  $RI \geq 15$  мм,  $(RI + SIII) \geq 25$  мм и  $RaVL \geq 12$  мм [4] — использующих информацию об изменениях ЭКГ во фронтальной плоскости, отсутствующую в трех рекомендованных критериях.

Регистрация ЭхоКГ осуществлялась в двухмерном режиме. При ЭхоКГ диагноз ГЛЖ устанавливался на основании следующих признаков: толщина задней стенки левого желудочка (ТЗСЛЖ) и межжелудочковой перегородки (МЖП) у мужчин  $\geq 1,2$  мм, у женщин  $\geq 1,1$  мм; масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ) у мужчин  $\geq 224$  г, у женщин  $\geq 162$  г; индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ): у мужчин  $\geq 115$  г/м<sup>2</sup>; у женщин  $\geq 95$  г/м<sup>2</sup> [5]. Используемые формулы расчета массы миокарда ЛЖ и ИММЛЖ по ЭхоКГ встроены в программное обеспечение аппарата и рутинно использовались при выдаче заключения о ММЛЖ и ИММЛЖ.

Определялся индекс массы тела (ИМТ) как отношение веса (кг) к квадрату роста (м<sup>2</sup>). За увеличенный ИМТ принимался  $ИМТ \geq 25$  кг/м<sup>2</sup>.

В обеих группах пациентов проводилось сопоставление результатов эхокардиографического и электрокардиографического обследования по выявлению ГЛЖ. Метод ЭхоКГ был принят нами за стандарт в следующем смысле: если хотя бы один из ЭхоКГ признаков ГЛЖ выполнялся, то считали, что ГЛЖ имеет место.

Все пациенты групп АГ и АГ+ИБС получали в разных комбинациях бета-блокаторы, антагонисты кальция, ИАПФ, сартаны и диуретики до достижения и последующего сохранения целевого уровня АД.

Статистический анализ проводился с помощью пакета программ Statistica 6.0. Для оценки различий между двумя независимыми выборками использовался непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Линейная связь между изменениями значений двух переменных определялась с помощью критерия Спирмена. Связи параметров изучались с помощью исследования корреляционных взаимодействий.

Для наглядности результаты представлены в качестве описательной статистики в виде средних величин и стандартных отклонений. Стандартное отклонение рассматривалось как мера разброса точек данных относительно средних значений.

### Результаты

Эхокардиографические признаки ГЛЖ («ЭхоКГ+») были выявлены у 72 пациентов в группе АГ и у 12 больных в группе АГ+ИБС (табл. 1). Признаки ГЛЖ по данным ЭхоКГ отсутствовали («ЭхоКГ-») у 67 пациентов группы АГ и у 14 пациентов группы АГ+ИБС. Клиническая характеристика пациентов, включенных в исследование, представлена в таблице 1.

Как видно из таблицы, между собой группы АГ и АГ+ИБС достоверно не различались ни по возрасту, ни по максимальным уровням САД и ДАД, ни по длитель-

**Таблица 1**  
**Клиническая характеристика пациентов**

Показатель	АГ (n = 139)	АГ+ИБС (n = 26)
Пол, чел.		
Мужчины	47	15
Женщины	92	11
Возраст, лет (m ± sd)		
«ЭхоКГ+»	62,1 ± 11,1	63,0 ± 13,6
«ЭхоКГ-»	57,3 ± 12,7*	66,4 ± 11,5
Максимальный уровень САД, мм рт. ст (m ± sd)		
«ЭхоКГ+»	199,8 ± 30,3	204,6 ± 25,6
«ЭхоКГ-»	187,9 ± 23,9*	182,1 ± 20,1*
Максимальный уровень ДАД, мм рт. ст (m ± sd)		
«ЭхоКГ+»	109,0 ± 19,2	112,5 ± 18,2
«ЭхоКГ-»	104,1 ± 11,2*	98,6 ± 9,5
Длительность АГ, лет (m ± sd)		
«ЭхоКГ+»	13,5 ± 8,1	17,0 ± 11,1
«ЭхоКГ-»	9,4 ± 8,0*	14,3 ± 7,5*
Длительность ИБС, лет (m ± sd)		
«ЭхоКГ+»	-	6,0 ± 10,9
«ЭхоКГ-»		7,1 ± 5,7
Степень АГ, чел.		
1 степень	6	2
2 степень	33	4
3 степень	100	20

Применчение. «ЭхоКГ+» — пациенты, имевшие эхокардиографические признаки ГЛЖ; «ЭхоКГ-» — пациенты, не имевшие эхокардиографических признаков ГЛЖ; \* - p<0.05 между «ЭхоКГ+» и «ЭхоКГ-»; m — среднее значение, sd — стандартное отклонение.

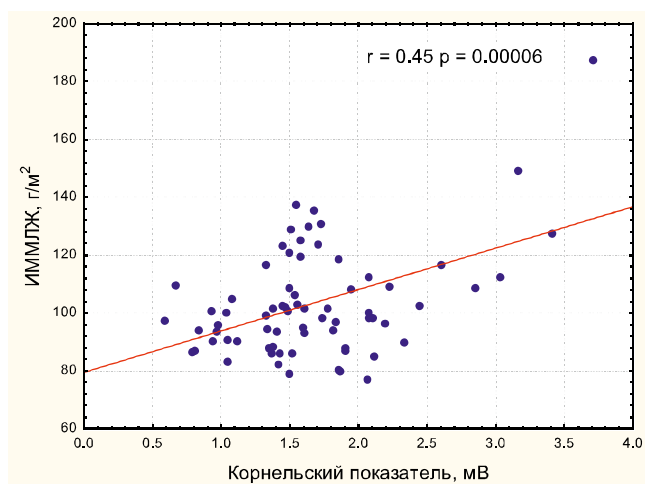


Рисунок 1. Связь Корнельского показателя и ИММЛЖ у больных группы АГ с ГЛЖ по данным ЭхоКГ («ЭхоКГ+»).

ности и выраженности АГ. Различия выявились между подгруппами «ЭхоКГ+» и «ЭхоКГ-» в каждой из этих групп: пациенты с ГЛЖ по сравнению с больными без признаков ГЛЖ были старше, имели большую давность заболевания АГ, более высокий максимальный уровень САД (p<0.05).

В таблице 2 представлены данные о частоте встречаемости увеличенной массы тела у исследованных групп пациентов. И в группе АГ и в группе АГ+ИБС процент пациентов с увеличенной массой тела был выше в подгруппах «ЭхоКГ+».

По данным ЭхоКГ достоверных различий между выраженностью ГЛЖ у пациентов с АГ и АГ+ИБС не наблюдалось (см. табл. 3).

Было проведено изучение связи КП и ИММЛЖ с помощью определения корреляционных взаимодействий. На рисунке 1 показана умеренная высоко достоверная корреляция этих показателей (r=0,45 и p=0,0006).

Распространенность изучаемых ЭКГ-критериев ГЛЖ в группе АГ+ИБС была существенно ниже по сравнению с больными группы АГ. Корнельские показатели выявлялись в большем количестве случаев по сравнению с показателем ИС-Л. Количество ложноположительных результатов ЭКГ было значительно меньше числа ложноотрицательных (см. табл. 4).

Таким образом, в подгруппе «ЭхоКГ+» электрокардиографические признаки гипертрофии определялись по рекомендованным критериям у 22 больных группы АГ и ни в одном случае в группе АГ+ИБС. В подгруппе «ЭхоКГ-» электрокардиографические признаки гипертрофии определялись у девяти больных АГ и у двух в группе АГ+ИБС.

ЭКГ 50 пациентов, у которых индекс Соколова-Лайона и Корнельские критерии не достигали уровня диагностической значимости, но выявлялись признаки ГЛЖ по данным ЭхоКГ, были проанализированы повторно с применением признаков ГЛЖ в отведениях фронтальной плоскости, что повлекло изменение заключения ЭКГ в 15 случаях. Чувствительность ЭКГ в выявлении ГЛЖ при добавлении параметров: RI, (RI+SIII) и RaVL возросла с 30,5% до 51,3%.

Для выяснения причин низкой чувствительности ЭКГ-метода в выявлении ГЛЖ все ЭКГ с ложноотрицательными результатами подверглись более глубокому анализу. Был отмечен ряд особенностей этих ЭКГ, которые влияли на вольтажные показатели ГЛЖ. У 18 пациентов были выявлены ротационные сдвиги: ротация вокруг продольной оси по часовой стрелке (n= 9) и против часовой стрелки (n= 9). На рисунке 2 показаны ЭКГ с не достигающим диагностического уровня ГЛЖ вольтажом комплекса QRS, связанным как с первым, так и со вторым типом ротаций.

**Таблица 2**  
**Количество пациентов в группах АГ и АГ+ИБС и подгруппах «ЭхоКГ+» и «ЭхоКГ-» с увеличенной массой тела (ИМТ ≥ 25 кг/м²)**

Показатель	АГ (n = 139)		АГ+ИБС (n = 26)	
	«ЭхоКГ+» (n = 72)	«ЭхоКГ-» (n = 67)	«ЭхоКГ+» (n = 12)	«ЭхоКГ-» (n = 14)
ИМТ ≥ 25 кг/м²	67 (93%)	43 (64%)	12 (100%)	9 (64%)

**Таблица 3**  
Эхокардиографические показатели, характеризующие ГЛЖ, в группах АГ и АГ+ИБС

Показатель	АГ (n = 139)		АГ+ИБС (n = 26)	
	«ЭхоКГ+» (n = 72) m ± sd	«ЭхоКГ-» (n = 67) m ± sd	«ЭхоКГ+» (n = 12) m ± sd	«ЭхоКГ-» (n = 14) m ± sd
ТЗСЛЖ, см				
Мужчины	1,12 ± 0,08	1,01 ± 0,07	1,08 ± 0,06	0,99 ± 0,06
Женщины	1,01 ± 0,09	0,86 ± 0,08	0,98 ± 0,04	0,92 ± 0,04
ТМЖП, см				
Мужчины	1,16 ± 0,12	1,04 ± 0,08	1,14 ± 0,07	1,04 ± 0,09
Женщины	1,04 ± 0,09	0,91 ± 0,08	1,05 ± 0,08	0,98 ± 0,04
ММЛЖ, г				
Мужчины	261,9 ± 27,4	196,2 ± 24,0	241,5 ± 13,6	194,4 ± 24,1
Женщины	189,8 ± 34,0	139,2 ± 14,3	190,5 ± 18,8	155,5 ± 10,2
ИММЛЖ, г/м <sup>2</sup>				
Мужчины	115,8 ± 14,4	89,6 ± 12,0	108,6 ± 7,2	93,4 ± 10,7
Женщины	99,0 ± 18,2	79,5 ± 6,8	95,3 ± 10,6	87,4 ± 7,4

Примечание: m — среднее значение, sd — стандартное отклонение.

**Таблица 4**  
Распространенность изучаемых ЭКГ-критериев ГЛЖ у пациентов с АГ и АГ+ИБС

ЭКГ-признаки ГЛЖ	АГ		АГ+ИБС	
	«ЭхоКГ+»	«ЭхоКГ-»	«ЭхоКГ+»	«ЭхоКГ-»
Корнельское произведение	17	6	0	2
Корнельский показатель	14	4	0	1
Индекс Соколова-Лайона	3	2	0	0
Хотя бы один критерий достигал диагностического уровня (ЭКГ+)	22 (ИП)	9 (ЛП)	0 (ИП)	2(ЛП)
Ни один критерий не достигал диагностического уровня (ЭКГ-)	50 (ЛО)	58 (ИО)	12(ЛО)	12(ИО)

Примечание. ИП — истинно-положительные, ЛП — ложно-положительные, ИО — истинно-отрицательные, ЛО — ложно-отрицательные.

На вольтаж желудочкового комплекса, несомненно, влияют метаболические нарушения. В нашем материале в 6 случаях ложноотрицательной диагностики ГЛЖ наблюдались метаболические нарушения разного характера, в том числе два случая гипокалиемии, один случай с признаками гипокальциемии и три — с признаками эндокринно-метаболической кардиомиопатии (женщины с климактерической кардиомиопатией). Кроме того, в пяти случаях ложноотрицательной ЭКГ-диагностики выявлялись нарушения внутрижелудочковой (в-ж) проводимости, не достигающие уровня блокад ножек, в двух случаях — фибрилляция предсердий. Рисунок 3 иллюстрирует ЭКГ у больных АГ с метаболическими нарушениями.

Нарушение в-ж проводимости, даже без признаков полных или неполных блокад ножек пучка Гиса, также влияет на вольтаж желудочкового комплекса. На рисунке 4 представлены ЭКГ у пациентов с ЭхоКГ признаками ГЛЖ и с замедлением и нарушением в-ж проводимости.

Пример фибрилляции предсердий при АГ показан на рисунке 5.

Следует отметить, что в большинстве приводимых в качестве иллюстрации примерах отмечается увеличение индекса массы тела. Свой вклад в снижение вольтажа желудочкового комплекса вносит и это обстоятельство.



Рисунок 2. а — ЭКГ мужчины 64 лет, диагноз АГ 2 стадия, степень 1, ожирение 1 ст. Апноэ/гипопноэ сна, тяжелая степень. Давность гипертонии 17 лет. ИМТ = 34 кг/м<sup>2</sup>. АД 138/90 ммрт.ст. ЭхоКГ: ММЛЖ = 242 г, ИММЛЖ = 100,4 г/м<sup>2</sup>. ЭКГ: Ротация сердца вокруг продольной оси по часовой стрелке, снижена амплитуда зубца R во всех грудных отведениях. Вольтажные критерии ГЛЖ отсутствуют: КП = 1,5 мВ (< 2,8 мВ), КПр = 191,0 мВ x мс (< 243,6 мВ x мс), ИС-Λ = 1,1 мВ (< 3,5 мВ).

б — ЭКГ женщины 78 лет, диагноз АГ 2 стадия, степень 3, риск 4. Сахарный диабет 2 тип. ИМТ = 29 кг/м<sup>2</sup>. АД 120/70 мм.рт.ст.. Давность гипертонии 11 лет. ЭхоКГ: ММЛЖ = 164,5 г, ИММЛЖ = 86,1 г/м<sup>2</sup>. ЭКГ: ротация вокруг продольной оси против часовой стрелки, смещена переходная зона вправо, снижена амплитуда зубца S в правых грудных отведениях и зубца R в левых грудных отведениях. Вольтажные критерии ГЛЖ отсутствуют: КП = 1,35 мВ (< 2 мВ), КПр = 183 мВ x мс (< 243,6 мВ x мс, ИС-Λ = 0,98 мВ (< 3,5 мВ).



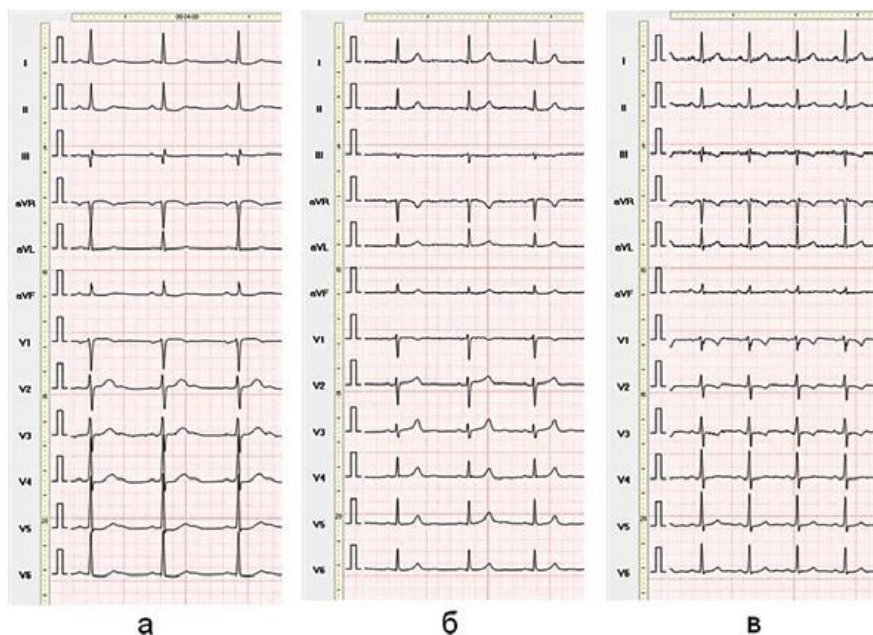
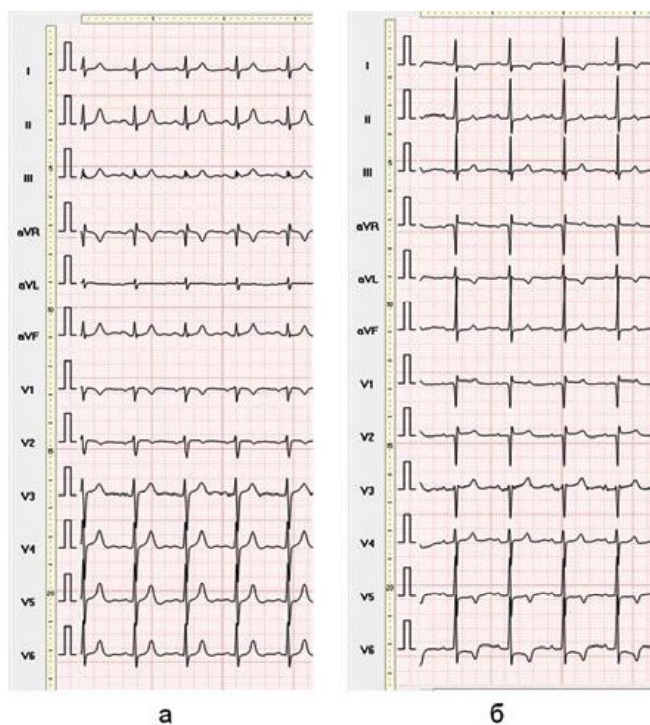


Рисунок 3.

а — ЭКГ мужчины 53 лет, диагноз АГ 2 стадия, степень 2, риск 3. Ожирение 1 степени. Апноэ/ гипопноэ сна, тяжелая степень. Давность гипертонии 3 года. ИМТ = 30 кг/м<sup>2</sup>. АД 176/110 мм.рт.ст. ЭхоКГ: ММЛЖ = 249,3 г, ИММЛЖ = 121 г/м<sup>2</sup>. ЭКГ: Признаки гипокалиемии (К - 3,2 мг/л); удлинение интервала QT до 464 мс и QTc = 446 мс, выраженные зубцы U, депрессии сегмента ST V4-V6 до 1 мм, уплощение зубца T в большинстве отведений. Вольтажные критерии ГЛЖ отсутствуют: КП = 1,5 мВ (< 2,8 мВ), КПр = 159 мВ x мс (< 243,6 мВ x мс), ИС-Л = 3,1 мВ (< 3,5 мВ).

б — ЭКГ женщины 71 года, диагноз АГ 3 стадия, степень 2, риск 4. Пароксизмальная форма ФП. Ожирение 2 степени. Давность гипертонии 20 лет. ИМТ = 29 кг/м<sup>2</sup>. АД = 126/72 мм.рт.ст. ЭхоКГ: ММЛЖ = 202,4 г, ИММЛЖ = 121 г/м<sup>2</sup>. ЭКГ: Признаки гипокальциемии; удлиненный сегмент ST и высокий остроконечный зубец T; вольтажные критерии ГЛЖ отсутствуют: КП = 0,96 мВ (< 2 мВ), КПр = 136 мВ x мс (< 243,6 мВ x мс), ИС-Л = 1,8 мВ (< 3,5 мВ).

в — ЭКГ женщины 65 лет, диагноз АГ 2 стадии, степень 3, риск 3. Гиперлипидемия. Узловой зоб 1 степени, зутиреоз. Давность гипертонии 20 лет. ИМТ = 29 кг/м<sup>2</sup>. АД = 130/80 мм.рт.ст. ЭхоКГ: ММЛЖ = 182 г, ИММЛЖ = 101,7 г/м<sup>2</sup>. ЭКГ: Эндокринно-метаболические нарушения, свойственные климактерической кардиомиопатии: отрицательные зубцы T в правых грудных отведениях; вольтажные критерии ГЛЖ отсутствуют: КП = 1,38 мВ (< 2 мВ), КПр = 193 мВ x мс (< 243,6 мВ x мс), ИС-Л = 1,7 мВ (< 3,5 мВ).



2008), недавно проведенного исследования J. G. Peguero (2017) и ряда других исследований [6–8]. В нашем материале по трем критериям диагностики ГЛЖ, используемым в Рекомендациях [2], чувствительность выявления ГЛЖ составила 30,5%. Добавление трех критериев фронтальной плоскости увеличило чувствительность метода до 51,3%.

Рисунок 4.

а — ЭКГ мужчины 55 лет, диагноз АГ 2 стадия, степень 3, риск 3. Желудочковая экстрасистолия. Давность гипертонии 7 лет. ИМТ = 29 кг/м<sup>2</sup>. АД = 190/120 мм.рт.ст. ЭхоКГ: ММЛЖ = 256,7 г, ИММЛЖ = 256,7 г/м<sup>2</sup>. ЭКГ: Ширина комплекса QRS-102 мс, поздний широкий зубец R<sub>aVr</sub>, забурен комплекс QRS<sub>III</sub> с двумя положительными вершинами, широкий зубец S<sub>I</sub>, S<sub>aVl</sub>, S<sub>V5-V6</sub>, отрицательные зубцы T<sub>V1-V2</sub> — замедление и нарушение в-ж проводимости, по-видимому, в системе правой ножки. Вольтажные критерии ГЛЖ отсутствуют: КП = 1,3 мВ (< 2,8 мВ), КПр = 134 мВ x мс (< 243,6 мВ x мс), ИС-Л = 1,85 мВ (< 3,5 мВ).

б — ЭКГ женщины 70 лет, диагноз АГ 2 стадия, степень 3, риск 3. Пароксизмы ФП. Первичный гипотиреоз. Давность гипертонии 10 лет. ИМТ = 29 кг/м<sup>2</sup>. АД = 160/80 мм.рт.ст. ЭхоКГ: ММЛЖ = 175 г, ИММЛЖ = 93,6 г/м<sup>2</sup>. ЭКГ: Ширина QRS — 100 мс. «Атипичная» неполная блокада правой ножки с типом rS<sub>r</sub> в V<sub>1</sub>, выражен зубец S<sub>V5-V6</sub>, отрицательные зубцы T и депрессия сегмента ST V<sub>5-V6</sub> и элевация, возможно дискордантная, сегмента ST в отведениях V<sub>1-V3</sub>. Вольтажные критерии ГЛЖ отсутствуют: КП = 1,4 мВ (< 2 мВ), КПр = 161 мВ x мс (< 243,6 мВ x мс), ИС-Л = 2,7 мВ (< 3,5 мВ). Изменения конечной части желудочкового комплекса в левых грудных отведениях можно расценить как косвенный признак ГЛЖ с перегрузкой ЛЖ.

## Обсуждение

Группы АГ и АГ+ИБС были неодинаковы по численности пациентов, однако сопоставимы по возрасту, длительности анамнеза АГ, уровню САД и ДАД. Распространенность и выраженность ЭхоКГ-признаков ГЛЖ в группе АГ+ИБС была ниже. Как и ожидалось, выявилась достоверная связь показателей ММЛЖ с факторами, способствующими формированию гипертрофии (давностью заболевания и уровнем АД в обеих группах). Значения вольтажных критериев ГЛЖ демонстрировали умеренную, но высоко достоверную связь с ИММЛЖ.

Показатели Соколова-Лайона и/или Корнельского Университета выявлялись у значительно меньшего числа больных (18,2%) по сравнению с эхокардиографическими признаками утолщения стенок и/или увеличения массы миокарда левого желудочка (50,9%). В то же время ложноположительный диагноз ГЛЖ по ЭКГ-12 был установлен у 9,7% пациентов, не имевших ЭхоКГ-признаков ГЛЖ. Это наблюдение согласуется с литературными данными. Результаты, свидетельствующие о низкой чувствительности (0–68%) и высокой специфичности (53–100%) ЭКГ критериев ГЛЖ, были получены в ходе мета-анализа, проведенного D. Pewsner с соавторами (2007), и включающего 21 исследование, 5608 пациентов, а также работы С. L. Mazzaго (1204 пациента,

Анализируя причины расхождения данных ЭКГ и визуализирующих методик, следует отметить, что на амплитуду желудочкового комплекса в прекардиальных отведениях могут оказывать влияние некоторые конституциональные и физиологические особенности пациента, такие как масса тела, женский пол, деформации грудной клетки [9]. Влияние на вольтаж желудочкового комплекса оказывают и коморбидные состояния, такие как наличие хронических заболеваний легких, гипотиреоз, сахарный диабет и др.

Избыточное количество подкожно-жировой ткани на уровне грудной клетки у пациентов с повышенным ИМТ способствует снижению вольтаж в грудных отведениях ЭКГ за счет увеличения расстояния между миокардом и электродами [10, 11]. По данным [12] повышение ИМТ в сочетании с отклонением электрической оси сердца влево приводит к уменьшению ИС-Л на 4 мм при избыточной массе тела и на 8 мм при ожирении. Расчет ИС-Л с поправкой на ИМТ способствует значительному повышению чувствительности критерия (с 12,8% до 30,8% при избыточной массе тела и с 3,1% до 27,2% при ожирении) [12]. В нашем исследовании в 93% случаев наличия признаков ГЛЖ по результатам ЭхоКГ отмечался повышенный ИМТ, причем ложноотрицательные результаты ЭКГ выявлялись у половины обследуемых.

К причинам ложноотрицательных результатов ЭКГ диагностики ГЛЖ можно отнести наличие ротационных изменений. Амплитуда зубца R в левых грудных отведениях уменьшается при ротации сердца вокруг продольной оси как против так и по часовой стрелке, а амплитуда вольтаж зубцов S в правых грудных отведениях уменьшается при ротации сердца по часовой стрелке. По нашим данным, позиционные и ротационные изменения сердца были отмечены у 50% (18 из 35) пациентов с ложноотрицательными результатами ЭКГ-диагностики ГЛЖ.

Снижение амплитуды зубцов SV1-V2 и RV5-V6, приводящее к уменьшению чувствительности индекса Соколова-Лайона, наблюдается при нарушениях в-ж проводимости по правой ножке пучка Гиса (ПНПГ). В 5 из 35 случаев ложноотрицательных результатов обнаруживались признаки нарушения в-ж проводимости по ПНПГ такие как уширенный комплекс QRS, широкий зубец S в левых грудных отведениях и зубчатый QRS в отведениях III, aVF. Несмотря на то, что типичной конфигурации rSr', характерной для блокад ПНПГ, не наблюдалось, описанный комплекс признаков позволяет подозревать нарушение проводимости по ПНПГ. Тип rSr'V1 не является абсолютным признаком блокады ПНПГ: как отмечалось в [13], такой вариант QRS может расцениваться как нормальный при особенностях нарушения базальных отделов сердца. С другой стороны, у больных с QRSV1 типа rSr' при поставленном диагнозе неполной блокады ПНПГ может не быть уширения комплекса QRS в отведении V1 [13].

К другой группе причин снижения информативности ЭКГ в диагностике ГЛЖ могут быть отнесены кардиосклеротические изменения миокарда. Снижение вольтаж желудочкового комплекса на фоне диффузного склероза миокарда подтверждено при сопоставлении ЭКГ-12 с данными патоморфологии и МРТ сердца [12, 14]. В качестве основных механизмов снижения вольтаж ЭКГ в литературе называют уменьшение доли электрически активной

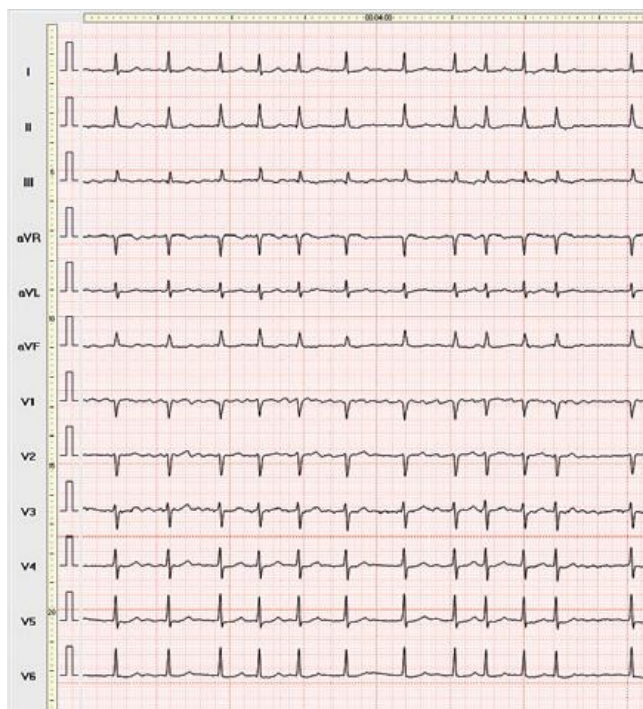


Рисунок 5 ЭКГ мужчины 53 лет, диагноз АГ 2 стадия, степень 1. Постоянная форма ФП. Ожирение 4 степени. Давность гипертонии 17 лет. ИМТ = 21 кг/м<sup>2</sup>. АД = 150/80 мм.рт.ст. ЭхоКГ: ММЛЖ = 287,5 г, ИММЛЖ = 93,6 г/м<sup>2</sup>. ЭКГ: фибрилляция предсердий, ЧСС<sub>ср.</sub> = 94 уд/мин. Признаки изменения миокарда с явлениями кардиосклероза, зубец RV4 < 0,9 мВ. Вольтажные критерии ГЛЖ отсутствуют: КП = 1,0 мВ (< 2,8 мВ), КП<sub>р</sub> = 100,4 мВ x мс (< 243,6 мВ x мс), ИС-Л = 1,5 мВ (< 3,5 мВ).

ткани, замедление генерации импульса, фракционирование электрического фронта. К факторам, коррелирующим с прогрессированием кардиосклероза относят возраст, длительность АГ, наличие сопутствующей коронарной недостаточности, а также эндокринологические заболевания (сахарный диабет, гипотиреоз, дисгормональные нарушения климактерического характера).

Сопоставление распространенности ЭКГ критериев ГЛЖ в подгруппах АГ и АГ+ИБС показывает, что наличие коронарного атеросклероза в анамнезе явилось наиболее значимым фактором, снижающим информативность ЭКГ в выявлении ГЛЖ. Это позволяет сделать вывод о том, что у пациентов с ИБС не следует применять ЭКГ-12 для исключения ГЛЖ. Также среди особенностей ЭКГ, свидетельствующих об изменениях миокарда, приводящих к снижению вольтаж, у наших пациентов имели место дисгормональные нарушения (6 случаев) и фибрилляция предсердий (2 случая). Можно предположить, что существует связь между определяемым при ФП фиброзом миокарда предсердий и кардиосклеротическими изменениями миокарда желудочков.

С другой стороны, у 8 пациентов из группы АГ имел место ЭКГ-диагноз ГЛЖ, не подтвержденный данными Эхо-КГ. Такое несоответствие может быть связано с использованием двумерного ЭхоКГ в виде стандартного метода. При определении размеров камер и толщины стенок миокарда в двумерном режиме в рутинной практике используются «кубические» формулы расчета ММЛЖ [15]. При сравнительной оценке различных способов расчета ММЛЖ в сопоставлении с результатами МРТ традици-



онные ЭхоКГ методы расчета ММЛЖ («Penn-cub», ASE), широко применяемые в рутинной практике, дают завышенные значения. Альтернативным способом оценки ММЛЖ является метод «площадь-длина». Наибольшее соответствие с результатами МРТ достигается при применении трехмерного ЭхоКГ (анатомический М-режим), однако данный метод доступен не во всех учреждениях.

Важно учитывать, что пациенты изучаемой группы получали комбинированное антигипертензивное лечение (в том числе ИАПФ и сартаны); в большинстве случаев был достигнут целевой уровень АД. В исследованиях LIFE, ALLHAT, TOMHS и других был показан регресс ГЛЖ на фоне адекватной терапии АГ, причем положительная динамика ЭКГ выявлялась прежде структурных изменений и максимально коррелировала с приемом ИАПФ и сартанов [16–19]. Таким образом, отсутствие ЭКГ-признаков ГЛЖ у пациентов с увеличением ММЛЖ может отражать эффективность проводимого лечения.

Наличие ЭКГ-признаков ГЛЖ в отсутствие утолщения стенок и увеличения массы ЛЖ может быть объяснено с позиции электрического ремоделирования миокарда при АГ. В частности, в серии экспериментов на животных Л. Бахарова показала снижение и увеличение амплитуды желудочкового комплекса в различные фазы формирования ГЛЖ [20]. В своих работах Л. Бахарова подчеркивает, что ЭКГ является методом, характеризующим не анатомию сердца, но его электрическое поле. Данная концепция отражена в заявлении Рабочей группы по электрокардиографической диагностике ГЛЖ, в котором содержатся рекомендации о применении ЭКГ в сочетании с ЭхоКГ для получения более полной информации о состоянии миокарда у пациентов с АГ [21]. Возможно, различные сроки регресса электрокардиографических и морфологических признаков ГЛЖ на фоне адекватной гипотензивной терапии связаны именно с различной природой явлений, описываемых ЭКГ и визуализирующими методами.

Несмотря на низкую чувствительность ЭКГ в выявлении утолщения и увеличения миокарда, ЭКГ метод по-прежнему остается доступным и широко применяемым для стратификации риска пациентов с АГ, так как ЭКГ-критерии ГЛЖ имеют независимое от морфологической характеристики сердца прогностическое значение.

## Выводы

1. Индекс Соколова-Лайона, Корнельский показатель и Корнельское произведение, предлагаемые к использованию в Рекомендациях по диагностике и лечению АГ, обладают в совокупности недостаточной чувствительностью (30,5%) в диагностике ГЛЖ. Применение вольтажных критериев, основанных на определении амплитуды желудочкового комплекса в отведениях от конечностей, может способствовать увеличению чувствительности метода ЭКГ в выявлении ГЛЖ до 51,3%.
2. У пациентов с АГ в сочетании с ИБС ЭКГ критерии диагностики ГЛЖ перестают работать.

3. На вольтажные критерии ГЛЖ влияют: позиционные особенности сердца, нарушения внутрижелудочковой проводимости, метаболические нарушения и кардиосклеротические изменения.

Конфликта интересов не заявляется.

## Список литературы

1. Распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний в российской популяции в 2012–2013 гг. Результаты исследования ЭС-СЕ-РФ. Кардиоваскулярная терапия и профилактика 2014; 13(6):4–11.
2. Министерство здравоохранения. Российское медицинское общество по артериальной гипертензии. Клинические рекомендации «Артериальная гипертензия у взрослых», 2016 г.
3. Н.А. Вишнякова, Г.В. Рябыкина, Т.А. Сахнова, и др. Применение новейших электрокардиографических методов в диагностике гипертрофии миокарда левого желудочка на базе Урюпинской центральной районной больницы. Системные гипертензии. 2016 (3):25–32.
4. Sokolov M., Lyon T. The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads. *Am Heart J*. 1949; 37:161–186.
5. Алексин М. Н. Значение эхокардиографии у пациентов с артериальной гипертензией. DOI: 10.18087/cardio.2018.1.10086
6. Pewsner D, Jüni P, Egger M, Battaglia M. Accuracy of electrocardiography in diagnosis of left ventricular hypertrophy in arterial hypertension: systematic review. *BMJ* 2007; 6: 335. 20.1-в АГ 2/26 7.7%
7. Mazzaro C, do L, Costa Fde A, Bombig M.T. Ventricular mass and electrocardiographic criteria of hypertrophy: evaluation of new score. *Arq Bras Cardiol* 2008; 90(4):227–231.
8. Peguera J.G, Lo Presti S., Perez J. Electrocardiographic criteria for the diagnosis of left ventricular hypertrophy. *J Am Coll Cardiol*. (2017) 69:1694–703.
9. Mirvis DM, Goldberger AL. Electrocardiography. In: Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine, 11th ed, Zipes DP, Libby P, Bonow RO, et al (Eds), W.B. Saunders Company, Philadelphia 2018.
10. Jain A, Tandri H, Dalal D, et al. Diagnostic and prognostic utility of electrocardiography for left ventricular hypertrophy defined by magnetic resonance imaging in relationship to ethnicity: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Am Heart J* 2010; 159:652.
11. Cuspidi C, Rescaldani M, Sala C, Grassi G. Left ventricular hypertrophy and obesity: a systematic review and meta-analysis of echocardiographic studies. *J Hypertens*. 2014;32:16–25.
12. Rider OJ, Ntusi N, Bull SC, et al. Improvements in ECG accuracy for diagnosis of left ventricular hypertrophy in obesity *Heart Published Online First: 02 August 2016*. doi: 10.1136/heartjnt-2015-309201
13. Macfarlane P., Oosterom A., Janse M. et al. *Electrocardiology Comprehensive Clinical ECG*, Springer-Verlag London Limited 2012: 80–83
14. Bacharova L, MD, DSc, I, Chen, H, MD. Determinants of Discrepancies in Detection and Comparison of the Prognostic Significance of Left Ventricular Hypertrophy by Electrocardiogram and Cardiac Magnetic Resonance Imaging. *Am J Cardiol*. 2015 Feb 15; 115(4): 515–522.
15. Саидова М.А., Стукалова О.В., Сеницын В.Е. и др. Трехмерная эхокардиография в оценке массы миокарда левого желудочка: сопоставление с результатами одно-, двухмерной эхокардиографии и магнитно-резонансной томографии. *Терапевтический архив* 2005г; том: 77, номер: 4; с. 11–14.
16. Maanja M, Wieslander B, Schlegel TT, et al. *J American Heart Association: Cardiovascular and Cerebrovascular Disease*. 2017 Jan 22; 6(1): e003795.
17. Devereux RB, Dahlöf B, Gerdts E. Regression of Hypertensive Left Ventricular Hypertrophy by Losartan Compared With Atenolol. *The Losartan Intervention for Endpoint Reduction in Hypertension (LIFE) Trial*. *Circulation*. 2004;110: 1456–1462.
18. Okin P.M., Devereux R.B., Sverker J. et al. Regression of Hypertensive Left Ventricular Hypertrophy by Losartan Compared With Atenolol. *The Losartan Intervention for Endpoint Reduction in Hypertension (LIFE) Trial*. *Circulation*. 2003;108:684–690
19. Ernst ME, Davis BR, Saliman EZ, et al. Electrocardiographic measures of left ventricular hypertrophy in the Antihypertensive and Lipid-Lowering Treatment to Prevent Heart Attack Trial. *J Am Soc Hypertens*. 2016;10: 930–8.e9.
20. Бахарова Л., Киселович Я., Климас Я., Радман А. Уменьшение удельного электрического потенциала миокарда на ранней стадии артериальной гипертензии. *Вестник аритмологии*. 2000; 62–67
21. Bacharova L, MD, Harvey E, MD, DSc Douglas, et al. The 4th Report of the Working Group on ECG diagnosis of Left Ventricular Hypertrophy Author links open overlay panel. *J. of Electrocardiology*. Volume 50, Issue 1, January–February 2017, Pages 11–15

**Для цитирования.** Чайковская О.Я., Рябыкина Г.В., Козловская И.А., Соболев А.В., Кожемякина Е.Ш., Саидова М.А. Диагностическая ценность электрокардиографических критериев гипертрофии левого желудочка при эссенциальной артериальной гипертензии и в сочетании с ишемической болезнью сердца // *Медицинский алфавит*. Серия «Современная функциональная диагностика». — 2019. — Т. 1. — С. 14–20.

