

УДК 616-079.1

DOI 10.52246/1606-8157\_2024\_29\_3\_29

## ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ УВЕЛИЧЕНИЯ ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИИ

**А. В. Бурсиков**<sup>1\*</sup>, доктор медицинских наук, a.v.bursikov@mail.ru,

**Е. Д. Абрашкина**<sup>1</sup>, кандидат медицинских наук, elenaabrashkina@mail.ru,

**М. А. Галкина**<sup>2</sup>, galkina-marina3@yandex.ru

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Ивановский государственный медицинский университет» Минздрава России, 153012, Россия, г. Иваново, Шереметевский просп., д. 8

<sup>2</sup> ОБУЗ «Ивановский госпиталь ветеранов войн», 153002, Россия, г. Иваново, ул. Демидова, д. 9

**РЕЗЮМЕ** *Цель* – определить чувствительность и специфичность электрокардиографических (ЭКГ) критериев в диагностике увеличения левого предсердия (ЛП), выявленного методом трансторакальной эхокардиографии (ЭхоКГ).

*Материал и методы.* Были обследованы 40 пациентов с артериальной гипертензией (АГ) 1–2 стадии, проходивших стационарное лечение в ОБУЗ «Ивановский госпиталь ветеранов войн»: 25 пациентов, индекс объема левого предсердия (ИОЛП) которых в среднем составил  $48,85 \pm 2,37$  мл/м<sup>2</sup>, средний возраст –  $73,1 \pm 1,6$  года, и 15 пациентов с ИОЛП в среднем  $24,87 \pm 1,67$  мл/м<sup>2</sup>, средний возраст –  $61,6 \pm 3,2$  года. Всем больным наряду с общеклиническим обследованием был проведен сравнительный анализ параметров ЭКГ и ЭхоКГ, отражающих ремоделирование ЛП.

*Результаты и обсуждение.* У 77,5 % обследованных имело место увеличение длины ЛП, у 47,5 % – переднезаднего размера ЛП. Чаще всего с ростом как ИОЛП, так и длины ЛП ассоциировался ЭКГ-признак – длительность зубца Р  $\geq 0,12$  сек (64,0 и 88,9 %), а наличие зубца PV1 с широкой отрицательной фазой наиболее редко имело место как при неувеличенном ИОЛП, так и при неувеличенной длине ЛП.

*Заключение.* Длительность зубца Р  $\geq 0,12$  сек следует рассматривать как наиболее чувствительный, а наличие зубца PV1 с широкой отрицательной фазой как наиболее специфический признак увеличения как объема ЛП, так и его длины.

**Ключевые слова:** ЭКГ-критерии, чувствительность, специфичность, атриомегалия левого предсердия, пациенты с артериальной гипертензией.

### POTENTIALITY OF ELECTROCARDIOGRAPHY IN DIAGNOSING LEFT ATRIAL ENLARGEMENT AT ARTERIAL HYPERTENSION

A. V. Bursikov, E. D. Abrashkina, M. A. Galkina

**ABSTRACT** The aim of the study was to determine the sensitivity and specificity of ECG criteria in diagnosing the left atrial enlargement (LA) revealed by transthoracic echocardiography.

*Materials and methods.* 40 patients with arterial hypertension (AH) of stages 1–2 underwent inpatient treatment at the Ivanovo Regional Hospital of War Veterans were examined: 25 patients at the average age  $73,1 \pm 1,6$  with the left atrium volume index (LAVI) about  $48,85 \pm 2,37$  ml/m<sup>2</sup> and 15 patients with LAVI of  $24,87 \pm 1,67$  ml/m<sup>2</sup> at the age of  $61,6 \pm 3,2$  years. All the patients underwent a comparative analysis of ECG and ECHOCG parameters reflecting LP remodeling in addition to a general clinical examination.

*Results and discussion.* 77,5 % of the examined patients had an increased length of the LP; an increase in the anterior-posterior LP size occurred in 47,5 %. Most often, the increase of both LAVI and LP length in

**ECG was associated with the duration of the P wave  $\geq 0,12$  sec (64,0 and 88,9 %), while the presence of the PV1 wave with a wide negative phase occurred both without LAVI and LP length growth.**

**Conclusion.** The duration of the P wave  $\geq 0,12$  sec appeared to be most sensitive; the RV1 wave with a wide negative phase was considered as the most specific sign of an increased both the volume of LP and its length.

**Keywords:** ECG criteria, sensitivity and specificity, left atrial atriomegaly, patients with arterial hypertension.

Увеличение ЛП, по данным ЭхоКГ, является одним из ранних проявлений поражений органов-мишеней при АГ и предиктором возникновения фибрилляции предсердий (ФП) [1, 2]. Выделены четыре основных патофизиологических механизма ремоделирования ЛП: электрическое, структурное ремоделирование, изменения вегетативной нервной системы и нарушения обмена  $Ca^{2+}$ . Увеличение объема ЛП имеет место как при постоянной, так и при пароксизмальной формах мерцательной аритмии (МА) [3], и выявление его ранних признаков важно для своевременной коррекции терапии АГ.

В настоящее время существует множество неинвазивных методов определения размеров ЛП, но ЭКГ остается самым простым и дешевым неинвазивным клиническим способом оценки состояния ЛП, а также для наблюдения за пациентом в динамике. Параметры зубца Р отражают структуру, размер и внутрипредсердную проводимость. ЭКГ параметры включают положение электрической оси, длительность, амплитуду, форму, площадь и дисперсию зубца Р. Установлено, что для пациентов с АГ характерно замедление проводимости в предсердиях и снижение вольтажа зубцов Р [4]. В популяционных исследованиях показано, что аномальные значения параметров возбуждения ЛП независимо связаны с повышенным риском развития фибрилляции предсердий, ишемического инсульта, внезапной сердечной смерти и деменции [4, 5].

ЭхоКГ является доступным методом оценки структурного ремоделирования ЛП, а также состояния диастолической функции левого желудочка (ЛЖ). Европейские рекомендации по АГ (2023) [6] предлагают оценивать размер ЛП по его объему, соотнесенному с площадью поверхности тела – ИОЛП [5]. Показано, что вне зависимости от гендерных различий ИОЛП более 34 мл/м<sup>2</sup> является независимым предиктором смер-

ти, сердечной недостаточности, фибрилляции предсердий и ишемического инсульта [6]. В то же время увеличение длины или переднезаднего размеров по-разному изменяет геометрию ЛП и может по-разному влиять на проводящие межпредсердные пути, в том числе пучок Бахмана, повреждая его, что приводит к возбуждению ЛП не по межпредсердному пучку Бахмана, а по миокарду предсердий. В настоящее время нет данных, позволяющих убедительно объяснить, является ли аномалия зубца Р проявлением анатомических изменений или связана с электрофизиологическим ремоделированием предсердий [7]. Поэтому представляется актуальным изучение особенностей ремоделирования ЛП в разных плоскостях измерения и выявить взаимосвязь этих изменений с состоянием параметров ЭКГ, особенно учитывая то, что увеличение ЛП у пациентов с АГ предшествует развитию гипертрофии ЛЖ [1]. Выявление связи изменения параметров ЭКГ и состояния камеры ЛП может дать важную информацию для разработки мероприятий по профилактике дальнейшего ремоделирования ЛП у пациентов с АГ.

Цель исследования – определить чувствительность и специфичность ЭКГ-критериев в диагностике увеличения ЛП, определенного методом трансэхокардиальной ЭхоКГ.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Были обследованы 40 пациентов с АГ 1–2 стадии, проходивших лечение в ОБУЗ «Ивановский госпиталь ветеранов войн». Всем больным наряду с общеклиническим обследованием был проведен сравнительный анализ ЭКГ и ЭхоКГ параметров, отражающих ремоделирование ЛП. ЭКГ регистрировалась по общепринятой методике на 12-канальном аппарате в 12 отведениях.

Из ЭКГ признаков ремоделирования ЛП оценивались: длительность Р в II и /или в V5.6 отведе-

ниях, его форма – наличие двугорбости в стандартных или грудных отведениях с расстоянием между вершинами 0,02 сек, форма зубца Р в отведении V1 – наличие зубца Р V1 с уширенной отрицательной фазой, индекс Макруза более 1,6 [8].

Структурное состояние ЛП оценивали при проведении одно- и двухмерной трансторакальной ЭхоКГ, используя стандартные позиции на ультразвуковой системе «Сонолайн» с помощью датчика с частотной полосой от 1 до 5 МГц. ЭхоКГ проводилась по стандартному протоколу, анализировались переднезадний размер ЛП в парастернальной позиции, длина ЛП в четырехкамерной позиции, объем ЛП и ИОЛП рассчитывались с использованием бипланового алгоритма площадь – длина и измерения площади левого предсердия из двух взаимно перпендикулярных проекций из апикального доступа (четырёхкамерной и двухкамерной) и длины левого предсердия. Степень атриомегалии определяли в соответствии с критериями R. M. Lang (2015) [9]. В исследование не включали пациентов с клапанными пороками, тиреотоксикозом, острым или перенесенным инфарктом миокарда, острым миокардитом, острым нарушением мозгового кровообращения, сердечной недостаточностью IIБ стадии и выше, фракцией выброса ЛЖ менее 40 %, некомпенсированными сопутствующими заболеваниями.

Статистический анализ полученных данных проводили с использованием программы Excel for Windows. Данные представлены в виде средних величин и относительных частот, выраженных в процентах.

Все пациенты были распределены на две группы в зависимости от величины ИОЛП. Первую группу составили 25 больных с ИОЛП 34 мл/м<sup>2</sup> и более, вторую – с ИОЛП 33,9 мл/м<sup>2</sup> и менее. В каждой группе оценивалась частота встречаемости изучаемого ЭКГ-признака. В первой груп-

пе анализировалась чувствительность ЭКГ параметра по частоте его встречаемости, а во второй группе – специфичность признака по частоте его отсутствия.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первую группу составили 25 пациентов (10 мужчин и 15 женщин), средний возраст –  $73,1 \pm 1,6$  года. Во вторую группу вошли 15 обследованных – 10 мужчин и 5 женщин, средний возраст –  $61,6 \pm 3,2$  года. Индекс массы миокарда пациентов первой группы в среднем составил  $124,04 \pm 4,33$  г/м<sup>2</sup>, второй –  $109,60 \pm 4,01$  г/м<sup>2</sup> ( $p < 0,05$ ), ИОЛП –  $48,85 \pm 2,37$  и  $24,87 \pm 1,67$  мл/м<sup>2</sup> ( $p < 0,001$ ), переднезадний размер ЛП –  $44,48 \pm 1,04$  и  $36,93 \pm 0,83$  мм ( $p < 0,001$ ), длина ЛП –  $57,24 \pm 1,72$  и  $48,67 \pm 1,62$  мм ( $p < 0,001$ ) соответственно.

В первой группе средняя длительность зубца Р составила  $0,12 \pm 0,02$  сек, во второй –  $0,11 \pm 0,01$  сек ( $p > 0,05$ ). Индекс Макруза в обеих группах превосходил нормальные значения: в первой группе –  $1,88 \pm 0,18$ , во второй –  $1,77 \pm 0,13$  ( $p > 0,05$ ).

В первой группе длительность  $P \geq 0,12$  сек имела место у 16 пациентов, отрицательный PV1 с уширенной отрицательной фазой – у 8, наличие двугорбового Р в отведениях II или V5, V 6 – у 8, индекс Макруза превосходил 1,6 у 14. Во второй группе длительность Р в пределах нормы имела место у 9 больных, отсутствие PV1 с уширенной отрицательной фазой у 14, отсутствие двухвершинного Р в отведениях II или V5, V 6 – у 9, индекс Макруза в пределах 0,16 и менее – у 6. Полученные данные позволили определить чувствительность и специфичность признаков в оценке степени увеличения ИОЛП (табл. 1).

Затем пациенты были повторно распределены в группы с увеличенным переднезадним размером ЛП – 19 (47,5 %) человек и с неувеличенным

**Таблица 1.** Чувствительность и специфичность ЭКГ-критериев в диагностике увеличения индекса объема левого предсердия (%)

ЭКГ-признак	$P \geq 0,12$	PV1 с уширенной отр. фазой	Р двугорбый	Индекс Макруза $>1,6$
Чувствительность	64,0	32,0	32,0	56,0
Специфичность	60,0	95,0	60,0	40,0

переднезадним размером ЛП – 21 (52,5 %) и группы с увеличенной длиной ЛП – 31 (77,5 %) большой и неувеличенной длиной ЛП – 9 (22,5 %). В каждой из групп оценивалась частота встречаемости изучаемого ЭКГ признака при увеличении размера ЛП и отсутствия ЭКГ признака при неувеличенном линейном размере ЛП.

В группе с увеличенным переднезадним ЛП его значения составили в среднем  $46,64 \pm 0,75$  мм, в группе с неувеличенным –  $36,42 \pm 0,50$  мм ( $p < 0,001$ ). В группе с увеличенным переднезадним размером  $P \geq 0,12$  выявлен у 10 (52,6 %) пациентов, у 9 (42,9 %) лиц с неувеличенным переднезадним размером зубец Р имел нормальную длительность. Наличие зубца PV1 с уширенной отрицательной фазой наблюдалось у 2 (10,5 %) пациентов с увеличенным переднезадним размером и отсутствие этого признака у 12 (51,7 %) – с неувеличенным переднезадним размером. Двугорбый зубец Р выявлен у 8 (42,9 %) пациентов с увеличенным переднезадним размером, и этот признак отсутствовал у 15 (71,4 %) больных без увеличения переднезаднего размера. Индекс Макруза более 1,6 установлен у 13 (68,8 %) пациентов с увеличенным переднезадним размером и менее 1,6 – у 8 (38,1 %) лиц без такового. Таким образом, чувствительность признака  $P \geq 0,12$  сек для диагностики увеличения переднезаднего размера ЛП составляет 52,6 %, специфичность – 42,9 % (табл. 2).

В группе с увеличенной длиной ЛП ее размер в среднем составил  $57,26 \pm 0,99$  мм. В группе с неувеличенной длиной –  $44,00 \pm 0,91$  мм ( $p < 0,001$ ).

В группе с увеличенной длиной ЛП длительность зубца Р  $\geq 0,12$  имела место у 18 (58,1 %) пациентов, зубец Р имел нормальную длительность у 8 (88,9 %) больных с неувеличенной длиной ЛП. Наличие зубца PV1 с уширенной отрицательной фазой наблюдалось у 8 (25,8 %) пациентов с увеличенной длиной ЛП, а отсутствие этого признака – у 8 (88,9 %) больных с неувеличенной длиной ЛП. Двугорбый зубец Р выявлен у 11 (35,5 %) лиц с увеличенной длиной ЛП, этот признак отсутствовал у 7 (77,8 %) пациентов с неувеличенной длиной ЛП. Индекс Макруза более 1,6 установлен у 11 (35,5 %) пациентов с увеличенной длиной ЛП, менее 1,6 – у 4 (44,1 %) с неувеличенной длиной ЛП.

Следовательно, чувствительность признака  $P \geq 0,12$  для диагностики увеличения длины ЛП составляет 58,1 %, специфичность – 88,9 % (табл. 3).

Длительность зубца Р следует измерять в любом из 12 отведений [10]. Это особенно важно, если все 12 отведений регистрируются синхронно. Длительность зубца Р  $\geq 0,12$  сек является критерием замедления внутрисердечной проводимости, т. е. замедления проведения возбуждения между правым и левым предсердием, что в норме осуществляется по пучку Бахмана [8]. Параметры зубца Р зависят не только от размеров ЛП, но и от состояния функции пучка Бахмана, формы ЛП, степени структурных нарушений и наличия фиброза в его стенках [10]. Если пучок Бахмана полностью заблокирован, ЛП активируется ретроградно через мышечные пучки,

**Таблица 2.** Чувствительность и специфичность ЭКГ-критериев в диагностике увеличения переднезаднего размера левого предсердия (%)

ЭКГ-признак	$P \geq 0,12$	PV1 с уширенной отрицательной фазой	Р двугорбый	Индекс Макруза > 1,6
Чувствительность	52,6	10,5	42,9	68,8
Специфичность	42,9	51,7	71,4	38,1

**Таблица 3.** Чувствительность и специфичность ЭКГ критериев в диагностике увеличения длины левого предсердия (%)

ЭКГ-признак	$P \geq 0,12$	PV1 с уширенной отрицательной фазой	Р двугорбый	Индекс Макруза > 1,6
Чувствительность	58,1	25,8	35,5	35,5
Специфичность	88,9	88,9	77,8	44,1

расположенные вблизи AV-соединения. Это приводит к ряду ЭКГ феноменов: увеличению длительности зубца P  $\geq 0,12$  сек, а также появлению двухфазного P в отведениях II, III отведениях или aVF [8, 10].

Q. A. Truong et al. (2011), сравнивая параметры ЭКГ и размеры ЛП по данным компьютерной томографии (КТ), выявили наибольшую чувствительность и специфичность (71 и 55 %) возрастания длительности зубца P в диагностике увеличения ЛП [11]. Другие параметры ЭКГ не были связаны с увеличением ЛП по данным КТ. В нашем наблюдении зубец PV1 с уширенной отрицательной фазой имел место в одном случае у пациента 67 лет с нормальным ИОЛП, но с повышенным индексом массы миокарда, в остальных случаях PV1 с уширенной отрицательной фазой был ассоциирован с увеличением ИОЛП более 34 мл/м<sup>2</sup>, который в этой группе в среднем составил  $52,0 \pm 2,4$  мл/м<sup>2</sup>, что соответствует критериям выраженной атриомегалии [9]. Это свидетельствует о высокой специфичности признака (95 %), однако его чувствительность низкая (32 %).

Регистрация PV1 с уширенной отрицательной фазой не была ассоциирована с увеличением длины ЛП, чувствительность признака составила всего 26,6 %, но специфичность оказалась высокой – 88,9 %. Это логично, так как при увеличении ЛП векторы второй половины деполяризации предсердий отклоняются назад и влево [8], что формирует регистрацию в отведении V1 зубца P с широкой отрицательной фазой. ИОЛП у пациентов группы с увеличенной длиной ЛП и наличием этого ЭКГ-признака в среднем составил  $45,08 \pm 5,43$  мл/м<sup>2</sup>, что соответствует критериям атриомегалии средней степени [9].

Двугорбый зубец P и увеличенный индекс Макруза [8] отражают как увеличение длительности пути следования импульса, так и состояние

пучка Бахмана. Чувствительность признаков достаточно низкая для увеличения как ИОЛП, так и длины ЛП, но оба признака редко встречаются при неизмененных значениях ИОЛП или линейных размеров ЛП.

В исследовании J. L. Reyes et al. [5] увеличение длительности зубца P и наличие в отведении V1 зубца P с широкой отрицательной фазой были связаны с более высокой частотой развития инфарктов головного мозга даже при отсутствии фибрилляции предсердий, что предполагает общий механизм повреждения сосудов мозга и предсердий. Вышеизложенное позволяет говорить о том, что результаты ЭКГ и ЭхоКГ отражают разные, но взаимосвязанные процессы, происходящие при ремоделировании ЛП, и должны оцениваться при принятии клинического решения комплексно.

## ВЫВОДЫ

1. У пациентов с АГ при дилатации ЛП чаще имеет место увеличение длины ЛП, а не его переднезаднего размера.
2. Наиболее чувствительным признаком увеличения ИОЛП является длительность зубца P  $\geq 0,12$  сек – 64 %, наиболее специфичным – наличие зубца PV1 с широкой отрицательной фазой – 95 %.
3. Наиболее чувствительным признаком увеличения переднезаднего размера ЛП является длительность зубца P  $\geq 0,12$  сек – 63 %, наиболее специфичным – наличие двугорбового зубца P с расстоянием между вершинами 0,02 сек.
4. Наиболее чувствительным признаком увеличения длины ЛП является длительность зубца P  $\geq 0,12$  сек – 58,1 %, наиболее специфичным – наличие зубца PV1 с широкой отрицательной фазой – 88,9%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Барсуков А.В. Гипертоническое сердце в терапевтической практике. СПб.: Элби-СПб; 2016:384.
2. Verdecchia P, Reboldi G, Gattobigio R, Bentivoglio M, Borgioni C, Angeli F, Carluccio E, Sardone MG, Porcellati C. Atrial fibrillation in hypertension: predictors and outcome. *Hypertension*. 2003;41(2):218-223. <https://doi.org/10.1161/01.hyp.0000052830.02773.e441:218-223>.
3. Abhayaratna WP, Seward JB, Appleton CP, Appleton CP, Douglas PS, Oh JK, Tajik AJ, Tsang TSM. Left atrial size: physiologic determinants and clinical applications. *J Am Coll Cardiol*. 2006; 47:2357-2363.
4. Medi C, Kalman JM, Spence SJ, Teh AW, Lee G, Bader I, Kaye DM, Kistler PM. Atrial Electrical and Structural Changes Associated with Longstanding Hypertension in Humans: Implications for the Substrate

- for Atrial Fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2011;22:1317-1324.
5. Reyes JL, Norby FL, Ji Y, Wang W, Parikh R, Zhang MJ, Oldenburg NC, Lutsey PL, Jack CR, Johansen M, Gottesman RF, Coresh J, Mosley T, Soliman EZ, Alonso A, Chen LY. Association of abnormal p-wave parameters with brain MRI morphology: The atherosclerosis risk in communities neurocognitive study (ARIC-NCS). *Pacing Clin Electrophysiol.* 2023; 46:951-959.
  6. Mancia G, Kreutz R, Brunström M, Burnier M, Grassi G, Januszewicz A. 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension Endorsed by the International Society of Hypertension (ISH) and the European Renal Association (ERA). *J Hypertens.* 2023;41(12):1874-2071.
  7. Platonov PG. P-Wave Morphology: Underlying Mechanisms and Clinical Implications. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2012;17:161-169.
  8. Функциональная диагностика: национальное руководство; под ред. Н.Ф. Берестень, В.А. Сандрикова, С.Н. Федоровой. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2019:784.
  9. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, Flachskampf FA, Foster E, Goldstein SA, Kuznetsova T, Lancellotti P, Muraru D, Picard MH, Rietzschel ER, Rudski L, Spencer KT, Tsang W, Voigt J-U. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(1):1-39.
  10. Chen LY, Ribeiro ALP, Platonov PG, Cygankiewicz I, Soliman EZ, Gorenek B, Ikeda T, Vassilikos VP, Steinberg JS, Varma N, Bayés-de-Luna A, Baranchuk A. Wave Parameters and Indices: A Critical Appraisal of Clinical Utility, Challenges, and Future Research-A Consensus Document Endorsed by the International Society of Electrocardiology and the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2022 Apr;15(4):e010435. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.121.010435>.
  11. Truong QA, Charipar EM, Ptaszek LM, Taylor C, Fontes JD, Kriegel M, Irlbeck T, Mahabadi AA, Blankstein R, Hoffmann U. Usefulness of electrocardiographic parameters as compared with computed tomography measures of left atrial volume enlargement: from the ROMICAT trial. *J. Electrocardiol.* 2011;Mar-Apr;44(2):257-264.