

СТРУКТУРНОЕ РЕМОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ И ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ У БОЛЬНЫХ С СОХРАНЕННОЙ ФРАКЦИЕЙ ВЫБРОСА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

Бобылев Ю.М., Кошурникова Е.П.

ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера Минздрава России», Пермь, e-mail: psmu@psma.ru

Оценка ремоделирования левого предсердия становится значимой прогностической переменной. Цель исследования: изучить изменение объема и формы левого предсердия и выявить детерминанты этих изменений при фибрилляции предсердий у больных с сохраненной фракцией выброса левого желудочка. В ретроспективное исследование были включены 75 женщин, средний возраст $71,39 \pm 8,75$ года, с артериальной гипертензией и фибрилляцией предсердий. Контрольную группу составили пациенты этого же возраста с синусовым ритмом. Индекс объема ЛП и индекс эксцентриситета использовались для оценки размера и формы левого предсердия. Выявлено, что значимыми детерминантами объема левого предсердия у больных с фибрилляцией предсердий являются: возраст, индекс масса миокарда левого желудочка, конечный систолический размер, конечный диастолический размер. Фракция выброса левого желудочка отрицательно зависела от объема левого предсердия. Форма левого предсердия по сравнению с контрольной группой стала удлинена. Изменение геометрии левого желудочка при фибрилляции предсердий у больных с сохраненной фракцией выброса левого желудочка способствует увеличению объема левого предсердия. Свой отпечаток на ремоделирование левого предсердия накладывает фибрилляция предсердий, ускоряя его и приводя не только к увеличению объема, но и к изменению индекса эксцентриситета левого предсердия в сторону его удлинения.

Ключевые слова: ремоделирование левого предсердия, фибрилляция предсердий, артериальная гипертензия, сохраненная фракция выброса левого желудочка.

STRUCTURAL REMODELING OF THE LEFT ATRIUM IN PATIENTS WITH ARTERIAL HYPERTENSION AND ATRIAL FIBRILLATION IN PATIENTS WITH PRESERVED EJECTION FRACTION

Bobylev Y.M., Koshurnikova E.P.

Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner of the Ministry of Health of Russia, Perm, e-mail: psmu@psma.ru

The assessment of left atrial remodeling becomes a significant prognostic variable. To study changes in the volume and shape of the left atrium and identify the determinants of these changes for atrial fibrillation in patients with preserved left ventricular ejection fraction. A retrospective study included 75 women with an average age of 71.39 ± 8.75 years with arterial hypertension and atrial fibrillation. The control group consisted of patients of the same age with sinus rhythm. The LP volume index and the eccentricity index were used to estimate the size and shape of the left atrium. It was revealed that the significant determinants of left atrial volume in patients with atrial fibrillation are: age, left ventricular mass index, final systolic size, final diastolic size. The ejection fraction of the left ventricle was negatively dependent on the volume of the left atrium. The shape of the left atrium has become more elongated compared to the control group. A change in the geometry of the left ventricle for atrial fibrillation in patients with preserved left ventricular ejection fraction contributes to an increase in the volume of the left atrium. Atrial fibrillation leaves its mark on the remodeling of the left atrium, it accelerates this remodeling and leads not only to an increase in volume, but also to a change in the index of eccentricity of the left atrium towards its elongation.

Keywords: left atrial remodeling, atrial fibrillation, arterial hypertension, preserved ejection fraction

На сегодняшний день индексированный объем левого предсердия (LAVi) является значимой прогностической переменной при сердечно-сосудистых заболеваниях. Считается, что объем левого предсердия (ЛП) является более точным маркером неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, включая артериальную гипертензию (АГ), фибрилляцию

предсердий (ФП), сердечную недостаточность, инсульт, дегенеративную митральную недостаточность, по сравнению с линейными размерами [1].

Распространенность ФП в репрезентативной выборке Европейской части РФ составляет 2,04%, с возрастом она увеличивается до 9,6% в возрастной группе от 80 до 89 лет [2]. В.Д. Ноit высказывает мнение, что увеличение индекса объема ЛП (LAVi) может предсказывать сердечно-сосудистые события, включая пациентов с неклапанной ФП, и что LAVi готов к включению в стратегию стратификации рисков и принятия решений [3]. В исследовании S.K. Saha et al. (2011 г.) было показано, что минимальный и максимальный объем ЛП увеличен у пациентов с неклапанной ФП, а добавление LAVi к статическим моделям явилось дополнительным фактором для оценки CHADS2 при прогнозировании инсульта. Y. Hamatani et al. выявили, что увеличение ЛП является независимым предиктором инсульта и системной эмболии у пациентов с неклапанной ФП [4]. А. Odutayo et al. высказали предположение, что ФП связана с большим абсолютным увеличением риска сердечно-сосудистых заболеваний среди лиц с высоким исходным риском сердечно-сосудистых заболеваний, и подчеркнули важность стратификации риска среди участников с фибрилляцией предсердий [5].

Хроническая перегрузка давлением и объемом может вызывать различные типы ремоделирования левого предсердия при его увеличении, что приводит к различным сердечно-сосудистым исходам. Эти две разные комбинации ремоделирования ЛП можно различить по индексу эксцентриситета левого предсердия [6]. В настоящее время в литературе можно встретить единичные публикации с определением LAЕi у больных с персистирующей формой ФП [7].

Таким образом, на сегодняшний день причины и механизм, лежащие в основе структурных изменений при ФП у больных, продолжают оставаться не до конца изученными. Продолжение исследований по ремоделированию ЛП является актуальным, поскольку необходимы новые представления о вкладе ЛП в развитие сердечно-сосудистых заболеваний.

Целями исследования явились оценка изменения объема и формы ЛП и выявление предикторов этих изменений у больных с АГ и ФП при сохраненной фракции выброса левого желудочка (ФВ).

Материал и методы исследования. В настоящее ретроспективное исследование методом случайной выборки были включены 75 женщин, средний возраст $71,39 \pm 5,47$ года, с различными формами ФП. Это были пациенты с пароксизмальной (45,3%), персистирующей (46,6%) и постоянной (8,0%) формами ФП. В контрольную группу вошли 75 женщин с нормальным синусовым ритмом, средний возраст которых составил $71,21 \pm 8,75$ года. У всех

исследуемых была сохранена систолическая функция ЛЖ (определяемая как $ФВ \geq 50,0\%$).

Критерии включения: артериальная гипертензия 1–3-й степени, хроническая сердечная недостаточность (ХСН) I–IIA стадии, I–II функционального класса (ФК).

Критерии невключения: вторичные формы АГ, пороки сердца, нестабильная стенокардия, стенокардия напряжения II–IV ФК, инфаркт миокарда и острое расстройство мозгового кровообращения в анамнезе, хроническая сердечная недостаточность IIБ–III стадии, III–IV ФК.

Уровень систолического артериального давления (САД) и диастолического артериального давления (ДАД) учитывали в день поступления пациента в стационар.

Всем пациентам проводилось эхокардиографическое исследование (ЭхоКГ) по стандартной методике на аппарате «Vivid 3 Pro». Для оценки линейных размеров ЛП было выполнено измерение переднезаднего (D1), верхне-нижнего (D2) и медиально-латерального (D3) размеров в В-режиме. Для оценки изменения формы ЛП использовали LAЕi, который рассчитывали по формуле: $LAЕi = D2 \times 2 / (D1 + D3)$ [6]. Поскольку настоящее исследование было ретроспективным, максимальный объем ЛП рассчитывали с использованием модели эллипсоида и индексировали по площади поверхности тела – $LAVi$ мл/м², где объем ЛП = $4\pi / 3 [(D2 / 2) \times (D1 / 2) \times (D3 / 2)]$, где D2 – длинник (верхне-нижний размер), D1 и D3 – переднезадний и медиолатеральный размеры левого предсердия [8]. Увеличение максимального объема ЛП определяли как $LAVi > 28$ мл/м² (т.е. одно стандартное отклонение от среднего значения) [9].

Рассчитывались следующие структурно-геометрические и функциональные показатели левого желудочка: конечно-диастолический размер (КДР, мм), конечно-систолический размер (КСР, мм), толщина задней стенки ЛЖ (ТЗСЛЖ, мм) и толщина межжелудочковой перегородки (ТМЖП, мм) в диастолу, фракция выброса ЛЖ (ФВ, %). Масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ, г) вычислялась по формуле R. Devereux и N. Reichek. Индекс ММЛЖ (ИММЛЖ, г/м²) определяли по формуле Dobios. Относительную толщину стенки левого желудочка (ОТС) рассчитывали как $(ТЗСЛЖ + ТМЖП) / КДРЛЖ$.

Для анализа полученных данных использовали программу статистических вычислений SPSS версии 23. Количественные данные представлены в виде ($M \pm SD$), где M – средняя величина, SD – стандартное отклонение для непрерывных переменных. Для сравнения между группами использовали критерий Стьюдента. Корреляцию между $LAVi$ и LAЕi и эхокардиографическими параметрами оценивали с помощью коэффициента Спирмена. Для определения связи между качественными показателями применяли критерий χ^2 Пирсона. Использовали модель бинарной логистической регрессии с расчетом отношения шансов (ОШ) и 95%-ного доверительного интервала. Достоверными считали различия при

p<0,05 для всех анализов.

Результаты исследования и их обсуждение. Между пациентами с ФП и пациентами без ФП (табл. 1) наблюдалась значительная статистическая разница по следующим переменным. Уровень САД и ДАД был выше в контрольной группе. Линейные размеры ЛП были значительно увеличены у пациентов с ФП: переднезадний размер – D1 (p<0,000), верхне-нижний размер – D2 (p<0,000) и медиально-латеральный размер – D3 (p<0,000). Соответственно выявлено значительное увеличение LAVi и LAEi (p<0,007 и p<0,006). Из геометрических паттернов ЛЖ в этой группе был увеличен только КСР (p<0,016).

Таблица 1

Клинико-эхокардиографическая характеристика исследуемых групп

Показатели	Контрольная группа (n=75)	Фибрилляция предсердий (n=75)	P
Возраст, лет	70,21±5,47	71,36±5,47	= 0,326
ИМТ кг/м ²	30,88±6,27	30,47±7,14	=0,778
САД, мм рт. ст.	163,92±25,82	148,34±25,97	<0,000
ДАД, мм рт. ст.	90,13±10,30	85,61±11,77	<0,015
СД, n/%	19/25,3%	20/26,7%	>0,05
D1, мм	36,95±3,13	40,01±4,81	<0,000
D3, мм	47,56±5,24	40,01±4,76	<0,000
D2, мм	36,51±3,55	53,17±7,03	<0,000
LAEi	1,28±0,07	1,32±0,10	<0,006
LAVi мл/м ²	19,77±11,29	25,44±9,46	<0,007
КСР, мм	32,14±3,83	34,08±4,64	<0,016
КДР, мм	46,79±3,40	47,84±4,18	=0,092
ТЗСЛЖ, мм	10,67±1,63	11,04±1,14	= 0,359
ТМЖП, мм	11,37±1,80	11,72±1,46	=0,121
ИММЛЖ, г/м ²	117,59±22,60	113,43±22,81	=0,655
ОТС	0,47±0,05	0,46±0,05	=0,511
ФВ, %	57,93±6,02	56,60±5,83	=0,170

Примечание: ИМТ – индекс массы тела, САД – систолическое АД, ДАД – диастолическое АД, СД – сахарный диабет, D1 – переднезадний размер левого предсердия, D2 – верхне-нижний размер левого предсердия, D3 – медиально-латеральный размер левого предсердия, LAEi – индекс эксцентриситета левого предсердия, LAVi –

индекс объема ЛП, КСР – конечный систолический размер левого желудочка, КДР – конечный диастолический размер левого желудочка, ТЗСЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка, ИММЛЖ – индекс массы миокарда левого желудочка, ОТС – относительная толщина стенки левого желудочка, ФВ – фракция выброса левого желудочка

Все пациенты с ФП были разделены на две группы: с нормальным объемом ЛП (≤ 28 мл/м²) и увеличенным ЛП (> 28 мл/м²). Пациенты с увеличенным ЛП (табл. 2) были старше ($p < 0,01$), имели более низкое систолическое и диастолическое артериальное давление ($p < 0,001$ и $p < 0,05$). По сравнению с пациентами с нормальным размером ЛП они имели увеличение КСР ($p < 0,001$), КДР ($p < 0,01$), более высокий ИММЛЖ ($p < 0,001$), снижение ФВ левого желудочка в пределах нормальных показателей ($p < 0,001$).

Таблица 2

Клинико-эхокардиографические характеристики групп пациентов с фибрилляцией предсердий в зависимости от объема левого предсердия

Показатели	Нормальным объем ЛП (n=50)	Увеличенным объем ЛП (n=25)	P
Возраст, лет	69,46±9,10	75,24±6,60	<0,01
ИМТ кг/м ²	31,34±7,62	28,74±5,85	=0,483
АДС, мм рт. ст.	149,08±21,06	146,88±26,84	<0,001
АДД, мм рт. ст.	86,65±12,42	83,54±10,26	<0,05
СД, n/%	11/22,0%	9/36%	>0,05
D1, мм	37,84±3,27	44,36±4,48	<0,001
D2, мм	49,72±4,53	60,08±6,01	<0,001
D3, мм	37,90±3,56	44,24±4,03	<0,001
LAЕi	1,31±0,10	1,36±0,09	=0,215
LAVi мл/м ²	20,13±3,84	36,09±8,23	<0,001
КСР, мм	32,53±4,40	36,83±3,77	<0,001
КДР, мм	47,02±3,56	49,48±4,87	<0,01
ТЗСЛЖ, мм	10,94±1,15	11,24±1,12	=0,067
ТМЖП, мм	11,67±1,55	11,84 ±1,28	=0,058
ИММЛЖ, г/м ²	106,38±18,39	127,55±24,55	<0,001

ОТС	0,47±0,05	0,46±0,05	=0,680
ФВ, %	58,36±5,16	53,08±5,57	<0,001

Примечание: ИМТ – индекс массы тела, САД – систолическое АД, ДАД – диастолическое АД, СД – сахарный диабет, D1 – переднезадний размер левого предсердия, D2 – верхне-нижний размер левого предсердия, D3 – медиально-латеральный размер левого предсердия, LAЕi – индекс эксцентриситета ЛП, LAVi – индекс объема ЛП, КСР – конечный систолический размер левого желудочка, КДР – конечный диастолический размер левого желудочка, ТЗСЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка, ИММЛЖ – индекс массы миокарда левого желудочка, ОТС – относительная толщина стенки левого желудочка, ФВ – фракция выброса левого желудочка

Объем ЛП у больных с фибрилляцией предсердий. В контрольной группе корреляционный анализ показал положительную и статистически достоверную связь LAVi с ИММЛЖ ($r=0,49$, $p<0,000$), КДР ($r=0,40$, $p<0,000$) и с КСР ($r=0,36$, $p<0,003$). В контрольной группе LAЕi умеренно коррелировал с LAVi ($r=0,40$, $p<0,000$),

В когорте пациентов с ФП данный анализ показал, что LAVi положительно и статистически достоверно связан с ИММЛЖ ($r=0,49$, $p<0,000$), КСР ($r=0,42$, $p<0,002$), КДР ($r=0,36$, $p<0,001$), возрастом ($r=0,25$, $p<0,03$) и ТЗСЛЖ ($r=0,22$, $p=0,049$). В то же время объем ЛП был обратно пропорционален ФВ ЛЖ ($r=-0,38$, $p<0,000$). Связи между LAVi и LAЕi у больных с ФП не выявлено.

Таким образом, в группе больных с ФП появилась связь с возрастом. Увеличилось количество морфометрических параметров левого желудочка, связанных с объемом левого предсердия, что привело к еще большей дилатации ЛП. Так, в контрольной группе больных с синусовым ритмом (табл. 2) средний LAVi составил $19,77\pm 11,29$, в группе больных с ФП и нормальным объемом ЛП – $20,13\pm 3,84$, в группе больных с ФП и увеличенным объемом ЛП средний уровень LAVi был равен – $36,09\pm 8,32$ ($p<0,001$).

После выявления предикторов увеличения ЛП были рассчитаны отношение шансов (ОШ) и 95%-ный доверительный интервал (табл. 3). Увеличение ЛП у пациентов с ФП было связано с возрастом, более высоким КСР и КДР левого желудочка, повышенным ИММЛЖ, а также с наличием фибрилляции предсердий. Между ФВ ЛЖ и LAVi выявлена отрицательная зависимость.

Таблица 3

Значимые предикторы увеличения ЛП у пациентов с фибрилляцией предсердий

Показатели	Отношение шансов	95%-ный доверительный интервал	P
Возраст	2,87	2,01–3,74	<0,006
КСР	4,96	1,40–17,55	<0,006
КДР	3,43	1,17–10,02	<0,012

ИММЛЖ	4,19	1,47–11,90	<0,003
ФВ ЛЖ	0,26	0,09–0,73	<0,005
ФП	4,78	1,91–11,94	<0,000

Примечание: ЛП – левое предсердие, КСР – конечный систолический размер левого желудочка, КДР – конечный диастолический размер левого желудочка, ИММЛЖ – индекс массы миокарда левого желудочка, ФВ – фракция выброса левого желудочка

Форма ЛП у больных с фибрилляцией предсердий. Корреляционный анализ показал, что только верхне-нижний размер ЛП достоверно и положительно коррелировал с LAЕi ($r=0,48$, $p<0,000$). Между переднезадним, медиально-латеральным размерами и LAЕi связь отсутствовала ($r= -0,17$; $p=0,142$ и $r= -0,09$; $p=0,415$ соответственно).

Таким образом, в результате проведенного исследования выявлено, что изменение LAЕi происходит за счет увеличения верхне-нижнего размера ЛП по длиннику от $1,29\pm 0,07$ в контрольной группе до $1,36\pm 0,09$ ($p<0,001$) в группе пациентов с ФП и увеличенным LAVi.

Характерным признаком ремоделирования ЛП является его дилатация. В настоящем исследовании в когорте больных с ФП возраст пациентов был связан с увеличением ЛП. Аналогичным образом, «исследование сердца» во Фрамингеме показало, что частота ФП увеличивается с возрастом. Связь увеличения ЛП с возрастом отмечена и в других исследованиях. Конечно, размер ЛП не меняется только в зависимости от хронологического старения. В первую очередь ускорение ремоделирования ЛП связано с наличием АГ, ФП, СД, частота которых с возрастом увеличивается [10].

По результатам данного исследования авторами установлена связь между геометрическими паттернами ЛЖ, увеличением LAVi и ФП.

На сегодняшний день существуют некоторые разногласия в определении предикторов увеличения ЛП. В работе J. Peng et al. у 248 больных пожилого возраста с АГ и увеличенным ЛП с сохраненной ФВ ЛЖ $\geq 50,0\%$ линейный регрессионный анализ показал положительную связь объема ЛП с ТЗСЛЖ, ТМЖП, КСР, КДР и ИММЛЖ. В то же время объем ЛП был обратно пропорционален ФВ ЛЖ и ОТС [11]. В работе D.A. Patel et al. было выявлено, что размер ЛП связан не только с наличием ГЛЖ, но и с особенностями геометрии ЛЖ, а именно с ИММЛЖ и ОТС у пациентов с концентрической гипертрофией ЛЖ, которые были определяющими факторами увеличения ЛП у пациентов с синусовым ритмом [12].

В проведенном авторами исследовании в когорте больных с ФП независимыми определяющими факторами дилатации ЛП явились КСР, ИММЛЖ и КДР. Зависимость ФВ ЛЖ была обратно пропорциональна по отношению к объему ЛП. ТЗСЛЖ, МЖП и ОТС не вошли в число предикторов, определяющих увеличение ЛП.

Изучение ремоделирования ЛП с использованием LAЕi продемонстрировано в

немногочисленных исследованиях. В работе Yi. Jeong-Eun et al. было показано, что у больных с хронической митральной регургитацией ЛП становится более сферичным, а между LAVi и LAЕi существует значительная отрицательная корреляция [6]. Исследование M. Maiello et al. продемонстрировало, что с помощью LAЕi можно оценить изменение формы ЛП и выявить детерминанты этих изменений, определить различные типы ремоделирования ЛП: хроническую перегрузку давлением или объемом. На небольшой группе больных с митральной регургитацией и персистирующей формой ФП только у 10 пациентов было выявлено удлинение ЛП, у 49 – регистрировалась сферическая форма ЛП [7].

В проведенном авторами исследовании этот показатель превысил $\geq 1,27$ и в среднем составил $1,36 \pm 0,09$ у больных с ФП и увеличенным ЛП. Это говорит о том, что у пожилых больных с АГ и ФП при сохраненной ФВ ЛЖ изменение формы ЛП происходит за счет его удлинения. Это связано с нарушением внутрисердечной гемодинамики за счет перегрузки давлением, в отличие от больных с митральной регургитацией, где форма ЛП обусловлена перегрузкой объемом.

Таким образом, для подтверждения прогностической ценности LAЕi необходимо перспективное исследование на большом количестве пациентов. Индекс объема ЛП, рассчитанный методом вытянутого эллипсоида, показал хорошую связь с предикторами неблагоприятных исходов.

В настоящее время, несмотря на довольно большое количество научных работ, указывающих на полезность определения размера ЛП для прогнозирования сердечно-сосудистых событий, этот показатель в клинической практике используется мало.

Заключение

Увеличение объема ЛП связано с ремоделированием ЛЖ при АГ в сочетании с ФП у больных с сохраненной фракцией выброса левого желудочка. Установлена связь между геометрическими паттернами ЛЖ и увеличенным ЛП. Свой отпечаток на ремоделирование ЛП накладывает ФП, ускоряя его и приводя не только к увеличению объема, но и к изменению LAЕi. У больных с АГ и ФП изменение формы ЛП происходит по длиннику, что обусловлено нарушением внутрисердечной гемодинамики, связанной с перегрузкой давлением.

Список литературы

1. Thomas L., Muraru D., Popescu B.A., Sitges M., Rosca M., Pedrizzetti G., Henein M.Y., Donal E., Badano L.P. Evaluation of Left Atrial Size and Function: Relevance for Clinical Practice

// Journal of the American Society of Echocardiography. 2020 Vol. 33. Is. 8. P. 934-952. DOI: 10.1016/j.echo.2020.03.021.

2. Мареев Ю.В., Поляков Д.С., Виноградова Н.Г., Фомин И.В., Мареев В.Ю., Беленков Ю.Н., Агеев Ф.Т., Артемьева Е.Г., Бадин Ю.В., Бакулина Е.В., Галявич А.С., Ионова Т.С., Камалов Г.М., Кечеджиева С.Г., Козиолова Н.А., Маленкова В.Ю., Мальчикова С.В., Смирнова Е.А., Тарловская Е.И., Щербинина Е.В., Якушин С.С. ЭПОХА: Эпидемиология фибрилляции предсердий в репрезентативной выборке Европейской части Российской Федерации // Кардиология. 2022. № 62 (4). P. 12- 19. DOI: 10.18087/cardio.2022.4.n1997.

3. Hoit B.D. Evaluation of Left Atrial Function: Current Status // Structural Heart. 2017. Vol. 1. Is. 3-4. P. 109-120. DOI: 10.1080/24748706.2017.1353718.

4. Hamatani Y., Ogawa H., Takabayashi K., Yamashita Y., Takagi D., Esato M., Chun Y.H., Tsuji H., Wada H., Hasegawa K., Abe M., Lip G.Y., Akao M. Left atrial enlargement is an independent predictor of stroke and systemic embolism in patients with non-valvularatrial fibrillation // SciRep. 2016. Vol. 6. Is. 31042. DOI: 10.1038/srep31042.

5. Oduyayo A., Wong C.X., Hsiao A.J., Hopewell S., Altman D.G., Emdin C.A. Atrial fibrillation and risks of cardiovascular disease, renal disease, and death: systematic review and meta-analysis // BMJ (Clinical Research Ed.). 2016. Vol. 354. Is. i4482. P. 1-11. DOI: 10.1136/bmj.i4482.

6. Jeong-Eun Yi, Woo Baek Chung, Jung Sun Cho, Chan Seok Park, Eun Joo Cho, Hui-Kyung Jeon, Hae-Ok Jung, Ho-Joong Youn. Left atrial eccentricity in chronic mitral regurgitation: relation to left atrial function // European Heart Journal - Cardiovascular Imaging. 2013. Vol. 14, Is. 2. P. 110-117. DOI: 10.1093/ehjci/jes100.

7. Maiello M., Sharma R.K., Matteo C.M., Reddy H.K., Palmiero P. Differential left atrial remodeling in LV diastolic dysfunction and mitral regurgitation // Echocardiography. 2009. Vol. 26. Is. 7. P. 772-778. DOI: 10.1111/j.1540-8175.2008.00889.x.

8. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F.A., Foster E., Goldstein S.A., Kuznetsova T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M.H., Rietzschel E.R., Rudski L., Spencer K.T., 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 // Journal of the American Society of Echocardiography. 2015. Vol. 28. Is. 1. P: 1-39. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003.

9. Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А., Матюшин Г.В. Функция левого предсердия: современные методы оценки и клиническое значение // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2017. № 13. С.675-683. DOI: 10.20996/1819-6446-2017-13-5-675-683.

10. Saadeh R., Jaber B.A., Alzuqaili T., Ghura S., Al-Ajlouny T., Saadeh A.M. The relationship of atrial fibrillation with left atrial size in patients with essential hypertension // *Sci Rep*. 2024. Vol. 13,14. Is. 1. P. 1250. DOI: 10.1038/s41598-024-51875-1.
11. Peng J., Laukkanen J.A., Zhao Q., Wang L., Zhang X., Li G. Association of left atrial enlargement with ventricular remodeling in hypertensive Chinese elderly // *Echocardiography*. 2017. Vol. 34. Is. 4. P. 491-495. DOI: 10.1111/echo.13484.
12. Patel D.A., Lavie C.J., Milani R.V., Gilliland Y., Shah S. and Ventura H.O. Association of left ventricular geometry with left atrial enlargement in patients with preserved ejection fraction // *Congest Heart Failure*. 2012. Vol. 18. Is. 1. P. 4-8. DOI: 10.1111/j.1751-7133.2011.00264.x.