

DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-13-18

МСКТ-волюметрия левого предсердия у пациентов кардиологического профиля

Гурина В.И. *, Кондратьев Е.В., Кармазановский Г.Г., Хацаюк Е.А.

ФГБУ "Институт хирургии им. А.В. Вишневского" Минздрава России, Москва, Россия

MDCT Evaluation of Left Atrial Volume in Patients with Cardiac Diseases

Gurina V.I. *, Kondrat'ev E.V., Karmazanovsky G.G., Khatsayuk E.A.

A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow, Russia

Левое предсердие (ЛП) обеспечивает наполнение левого желудочка (ЛЖ), исполняя роль резервуара, кондукта, а также насосную функцию в разные фазы сердечного цикла. Размер ЛП напрямую зависит от диастолической дисфункции ЛЖ и отражает степень ее выраженности. Диастолическая дисфункция развивается на фоне ряда сердечно-сосудистых заболеваний. Таким образом, увеличение объема ЛП может являться индикатором различных кардиологических патологий.

Цель исследования: определить степень изменения волюметрических показателей ЛП, измеренных по данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ), у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС), артериальной гипертензией (АГ) и фибрилляцией предсердий (ФП), а также оценить возможную роль измерения объема ЛП для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний и прогнозирования их течения.

Материал и методы. 67 пациентам (средний возраст 61 год, 66% – мужчины, 34% – женщины) было проведено МСКТ-исследование сердца с ретроспективной синхронизацией по ЭКГ на компьютерном томографе Philips Ingenuity 64 core. Данные МСКТ использованы для построения 3D-модели ЛП с дальнейшим подсчетом его объема. Проведена корреляция между объемом ЛП и имеющимися клиническими данными о наличии сердечно-сосудистых патологий.

Результаты. У пациентов без сердечно-сосудистых патологий объем ЛП составил 92 ± 15 мл. В группе пациентов с подтвержденной ИБС отмечалось увеличение объема ЛП до $96,1 \pm 17$ мл ($p = 0,535$). В группе пациентов с изолированной ФП отмечалось увеличение объема на 30% – до 118 ± 31 мл ($p = 0,03$) по сравнению с двумя предыдущими. В группах, где у пациентов наблюдалась ФП в сочетании с другими сердечно-сосудистыми заболеваниями, отмечалась тенденция к большему увеличению объема по сравнению с группой пациентов с изолированной ФП.

Заключение. Объем ЛП и индексированный объем ЛП являются достоверными индикаторами наличия сер-

дечно-сосудистых заболеваний. Резкое увеличение объема (на 30%) отмечается в группе пациентов с изолированной ФП по сравнению с группами пациентов без заболеваний и с ИБС. При сочетании ФП с ИБС и АГ отмечалась тенденция к прогрессирующему увеличению объема ЛП.

С учетом полученных данных увеличение объема ЛП может быть маркером субклинического течения сердечно-сосудистых заболеваний, а также служить для прогнозирования риска возникновения ФП у пациентов, которым выполняют КТ-исследование сердца, грудной клетки, коронарных артерий с ЭКГ-синхронизацией по поводу других состояний. Кроме того, объем ЛП может быть использован как диагностический фактор прогрессии сердечно-сосудистого заболевания при динамическом наблюдении пациентов.

Ключевые слова: объем левого предсердия, МСКТ, фибрилляция предсердий, ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия, индексированный объем левого предсердия.

Ссылка для цитирования: Гурина В.И., Кондратьев Е.В., Кармазановский Г.Г., Хацаюк Е.А. МСКТ-волюметрия левого предсердия у пациентов кардиологического профиля. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 13–18. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-13-18.

Left atrium (LA) modulates left ventricular (LV) filling by performing reservoir, conduit and contractile function in different phases of cardiac cycle. The size of LA depends on LV diastolic dysfunction and reflects its intensity. Diastolic dysfunction develops on a background of a number of cardiovascular diseases. Taking in consideration the above, an augmentation of LA can be an indicator of different cardiac pathologies.

Purpose: to determine the significance of volumetric parameters of the left atrium, using multispiral computed tomography with contrast enhancement in patients with



coronary heart disease (CHD), arterial hypertension (AH) and atrial fibrillation (AF). Also to assess the possible role of LA volumetric indexes for the diagnosis of cardiovascular diseases and predicting their course.

Materials and methods. In 67 patients (mean age 61, 66% male, 34% female) MDCT scan of the heart with retrospective ECG synchronization on a Philips Ingenuity 64 core computer tomograph was performed. Using obtained data, a 3D model of LA was constructed with further calculation of its volumetric parameters. Subsequently volumetric parameters of LA were correlated with clinical data.

Results. In patients without cardiovascular pathological conditions volume of LP was 92 ± 15 ml. In the group of patients with CHD the volume of LA was increased to 96.1 ± 17 ml ($p = 0.535$). In the group of patients with isolated AF, increase in volume by 30% to 118 ± 31 ml ($p = 0.03$) was observed. In the group of patients with AF in combination with other cardiovascular pathologies, there was a tendency to progressive increase of the volume, in comparison with the group of patients with isolated AF.

Conclusion. Volume of LA and indexed volume of LA are reliable indicators of the presence of cardiovascular diseases. Volume of LA in patients with CHD was increased in comparison with normal values. Sharp increase in volume (by 30%) was observed in the group of patients with isolated AF in comparison with control group. In the group of patients where AF was combined with CHD and AH, tendency for a progressive increase of LA volume observed.

Taking into account the obtained data, augmentation of LA volume can be a marker of subclinical course of cardiovascular diseases and be a predictor of AF development in patients, who passed CT examination of the heart, thorax, coronary arteries with ECG synchronization for other medical conditions. In addition, the volume of LA can be used as a diagnostic factor of progression of the diseases in the course of patients follow-up.

Key words: left atrium volume, MDCT, atrial fibrillation, ischemic heart disease, arterial hypertension, left atrium volume index.

Recommended citation: Gurina V.I., Kondrat'ev E.V., Karmazanovsky G.G., Khatsayuk E.A. MDCT Evaluation of Left Atrial Volume in Patients with Cardiac Diseases. *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 13–18. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-13-18.

Введение

Левое предсердие (ЛП) играет ключевую роль в эффективной работе сердца, обеспечивая наполнение левого желудочка (ЛЖ) за счет выполнения ряда функций. ЛП – это резервуар для легочного венозного возврата во время систолы желудочков, оно является кондуитом для легочного венозного возврата во время ранней диастолы желудочков, а также выполняет насосную функцию, что обуславливает наполнение ЛЖ во время поздней диастолы желудочков.

Однако следует помнить, что на протяжении всего сердечного цикла существует тесная взаимосвязь между функцией ЛП и ЛЖ. Например, резервуарная функция обусловлена конечным диастолическим объемом (КДО) ЛЖ, роль кондуита напрямую зависит от диастолической функции ЛЖ, а насосная роль ЛП находится под влиянием КДО, конечного систолического объема ЛЖ (постнагрузка предсердия), а также венозного возврата (преднагрузка предсердия) [1].

Значение максимального объема ЛП зависит от ряда факторов, в число которых входят: градиент давления на митральном клапане в период ранней диастолы, эластичность стенок камеры ЛЖ, сила сокращения ЛП, свойства стенок камеры ЛП. Дилатация полости ЛП происходит в условиях перегрузки давлением (митральный стеноз, повышенное давление наполнения ЛЖ) или объемом (митральная регургитация, гиперсистолические состояния, шунты и фистулы). Размер ЛП отражает уровень давления наполнения ЛЖ, поэтому отражает степень диастолической дисфункции ЛЖ [2, 3].

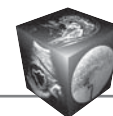
Ряд исследований продемонстрировали, что увеличение объема ЛП ассоциировано с риском возникновения фибрилляции предсердий (ФП). При этом ФП индуцирует процесс ремоделирования миокарда ЛП, усугубляя его дилатацию [4–6].

Для корреспонденции*: Гурина Вера Ивановна – 119997 Москва, ул. Бол. Серпуховская, 27. Институт хирургии им. А.В. Вишневского. Тел.: 8-903-292-66-94. E-mail: vera.gurina_msk@mail.ru

Гурина Вера Ивановна – аспирант отдела лучевой диагностики ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Кондратьев Евгений Валерьевич** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения рентгенологии и магнитно-резонансных исследований ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва; **Кармазановский Григорий Григорьевич** – член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, руководитель отдела лучевой диагностики ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ; профессор кафедры лучевой диагностики ИПО ФГБОУ ВПО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва; **Хацаюк Екатерина Аркадьевна** – ординатор отдела лучевой диагностики ФГБУ “Институт хирургии им. А.В. Вишневского” МЗ РФ, Москва.

Contact*: Vera I. Gurina – 119997, Moscow, Bolshaya Serpukhovskaya str., 27. A.V. Vishnevsky Institute of Surgery. Phone: 8-903-292-66-94. E-mail: vera.gurina_msk@mail.ru

Vera I. Gurina – graduate student of Radiology Department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Evgenij V. Kondrat'ev** – cand. of med. sci., senior research of Radiology Department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Grigory G. Karmazanovsky** – Corresponding Member of RAS, doct. of med. sci., professor, head of Radiology Department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow; **Ekaterina A. Khatsayuk** – resident of Radiology Department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow.



С развитием методики катетерной абляции (КА) ФП возрос интерес к методам визуализации ЛП, в частности к определению его объема, так как по данным ряда исследований объем ЛП является предиктором успеха КА и фактором, определяющим рецидив ФП после проведенной процедуры [7–9].

При отсутствии у пациента первичных изменений предсердий, аритмий, врожденных заболеваний сердца и пороков митрального клапана увеличенный объем ЛП свидетельствует о повышенном давлении наполнения ЛЖ. Во время диастолы желудочков ЛП находится под воздействием давления ЛЖ. Нарушение релаксации ЛЖ и снижение эластичности его миокарда происходит при изменении актинмиозиновых связей и повышенном отложении коллагена, чтобы обеспечить адекватное наполнение ЛЖ, на этом фоне происходит повышение давления в ЛП. В свою очередь чрезмерное напряжение стенки ЛП приводит к растяжению миокарда и дилатации камеры. Вследствие этого объем ЛП увеличивается при прогрессировании диастолической дисфункции. Характер структурных изменений ЛП отражает длительность процесса, а также степень выраженности диастолической дисфункции [10].

Развитие диастолической дисфункции встречается у возрастных пациентов, а также на фоне таких заболеваний, как артериальная гипертензия (АГ), ишемическая болезнь сердца (ИБС), сахарный диабет [11].

Ряд исследований продемонстрировали значимость объема ЛП в диагностике ИБС и возможных ишемических осложнений [12–14].

Q.A. Truong и соавт. в своем исследовании также демонстрируют, что у пациентов с атеросклеротическими изменениями по данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) отмечается больший объем ЛП, чем у пациентов в контрольной группе без ИБС в анамнезе [14].

Например, по данным T.S.M. Tsang индексированный объем ЛП является независимым предиктором возникновения инфаркта миокарда и других острых состояний, требующих реваскуляризации миокарда, у пациентов с синусовым ритмом и без выраженных клапанных патологий [12].

В исследовании B. Ristow и соавт. увеличенный индексированный объем ЛП наравне со сниженной фракцией выброса ЛЖ является предиктором возникновения сердечной недостаточности и смертности у пациентов с ИБС [13].

Некоторые исследователи отмечают, что объем ЛП может являться прогностическим фактором смертности у пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда (ОИМ).

В исследовании J.E. Moller и соавт. увеличенный объем ЛП являлся независимым предиктором смертности у пациентов, перенесших ОИМ [15].

Также, по данным R. Beinart и соавт., у пациентов, перенесших ОИМ, увеличенный объем ЛП является предиктором смертности в ближайшие 5 лет [16].

Цель исследования

Определить степень изменения волюметрических показателей ЛП, измеренных по данным МСКТ, у пациентов с ИБС, АГ и ФП, а также оценить возможную роль измерения объема ЛП для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний и прогнозирования их течения.

Материал и методы

В ретроспективном исследовании приняли участие 67 пациентов. Средний возраст пациентов составил 61 год. Распределение по полу: 66% (44) мужчины и 34% (23) женщины. МСКТ-исследование сердца с ретроспективной синхронизацией по ЭКГ было проведено на компьютерном томографе Philips Ingenuity 64 core с использованием 80 мл контрастного препарата Йоверсол с концентрацией йода 350 мг/мл. Сканирование выполняли с использованием ретроспективной синхронизации по ЭКГ. Полученные сырые данные реконструировали с получением изображений в диастолу предсердий (40% R–R-интервала).

Далее пациенты были разделены на 5 групп:

- 1-я группа включала 10 (6,7%) человек, которые были обследованы по подозрению на ИБС, однако в ходе исследований изменений коронарных артерий, миокарда не выявлено, ИБС не подтверждена;
- 2-я группа включала 20 (13,4%) человек с ИБС и АГ в анамнезе, у которых в ходе исследования обнаружены атеросклеротические изменения коронарных артерий с различной степенью выраженности;
- 3-я группа включала 9 (6,03%) человек с изолированной ФП;
- 4-я группа включала 18 (12,06%) человек с ФП в сочетании с ИБС;
- 5-я группа включала 10 (6,7%) человек с ФП и подтвержденной ИБС в сочетании с гипертонической болезнью.

При сравнении физических параметров пациентов значимых различий обнаружено не было. Средняя площадь поверхности тела в 1-й группе составляла 1,95 м², во 2-й группе – 1,93 м², в 3-й группе – 1,98 м², в 4-й – 1,95 м², в 5-й группе – 1,99 м².

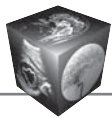


Таблица 1. Средние показатели объема ЛП и индекса объема ЛП в группах

Группа	n	Средний объем, мл	Средний индекс объема, мл/м ²
Контроль	10	92 ± 15	47 ± 9
ИБС+АГ	20	96,1 ± 17	50 ± 10
ФП	9	118 ± 31	60 ± 15
ФП+АГ	18	126 ± 25	64 ± 12
ФП+АГ+ИБС	10	138,7 ± 23	68 ± 10

Полученный набор данных был обработан с помощью программного обеспечения рабочей станции Brilliance Workspace Portal компании Philips и системы автоматизированного планирования, управления и контроля результатов хирургического лечения Автоплан (ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» МЗ РФ), проводился подсчет объема ЛП для каждого из пациентов. Для построения 3D-моделей ЛП были выбраны серии исследования, реконструированные в диастолу предсердий (40% R-R-интервал). 3D-модели выстраивали с помощью программы Автоплан и Brilliance Workspace Portal.

Для построения 3D-модели в программе Автоплан выполнялось выделение площади сечения ЛП на 8–10 срезах, после чего запускался алгоритм 3D-интерполяции, по завершении которого получены 3D-модель ЛП и данные о его объеме.

Для построения 3D-модели в программе Brilliance Workspace Portal также выполнялась заливка объема ЛП в трехмерном наборе данных, после чего рассчитывался объем всей залитой ткани.

Результаты

Был выполнен анализ различий в объеме ЛП, индекса объема ЛП в указанных группах пациен-

тов. В группе пациентов без анамнеза заболеваний сердца, у которых по данным МСКТ-коронарографии не было обнаружено нарушений в структуре стенки коронарных артерий, средний объем ЛП составлял 92 ± 15 мл. В группе пациентов, где диагностированы только АГ и ИБС, объем ЛП имел тенденцию к увеличению относительно такового у пациентов без патологии и составлял $96,1 \pm 17$ мл ($p = 0,535$). В 3-й группе при наличии ФП средний объем был значительно выше – на 30% (118 ± 31 мл, $p = 0,03$). Кроме того, при наличии у пациента ИБС или гипертонической болезни, а также их сочетания отмечалось значительное увеличение среднего объема ЛП до 126 ± 25 мл и $138,7 \pm 23$ мл ($p = 0,001$) при сравнении с объемом ЛП у пациентов без патологии сердца (табл. 1, рис. 1). Средние индексы ЛП также увеличивались в группах пациентов с изолированной ФП и в сочетании с ИБС и АГ составляли 47 ± 9 мл/м², 50 ± 10 мл/м², 60 ± 15 мл/м², 64 ± 12 мл/м², 68 ± 10 мл/м² соответственно (табл. 1, рис. 2). У пациентов с сопутствующими одним или двумя сердечно-сосудистыми заболеваниями (АГ и ИБС) отмечалась тенденция к увеличению индекса объема ЛП (см. табл. 1, 2, рис. 2). В группах пациентов, у которых была выявлена только ФП или ФП в сочетании с другими заболеваниями, показатели объема ЛП были значительно выше по сравнению с пациентами, у которых заболевания сердца не были обнаружены (см. табл. 1, 2).

Была выявлена значительная сильная положительная корреляция показателей объема ЛП и наличия у пациента ФП (0,59, $p = 0,001$). Индекс объема ЛП также в значительной степени коррелирует с наличием у пациентов изолированной ФП (0,574, $p = 0,001$) с сочетанием ФП, ИБС и гипертонической болезни (0,516, $p = 0,01$) (табл. 3).

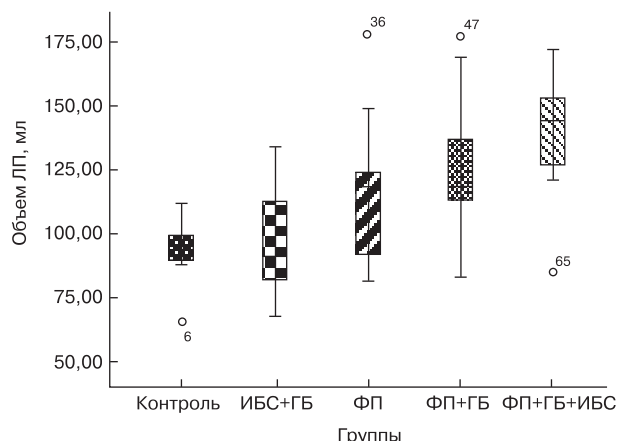


Рис. 1. Объемы ЛП (в мл) в исследуемых группах.

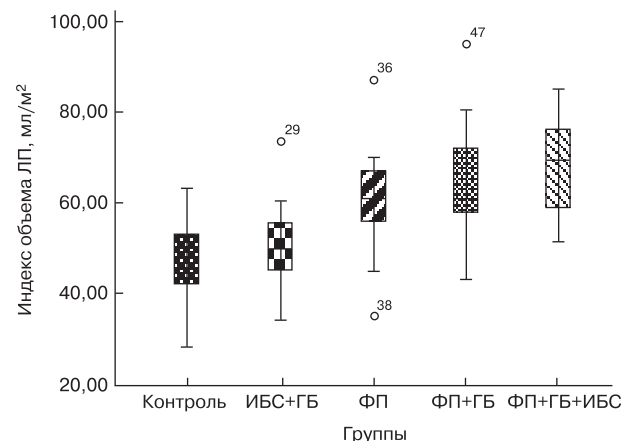
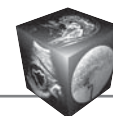


Рис. 2. Индексы объема ЛП в исследуемых группах.

**Таблица 2.** Показатель значимости p для разницы объема и индекса объема ЛП в группах

Группа	Контроль	ИБС+АГ	ФП	ФП+АГ	ФП+АГ+ИБС	Индекс объема ЛП
Контроль	–	0,46	0,03	0,001	0,0001	
ИБС+АГ	0,535	–	0,02	0,0001	0,0001	
ФП	0,03	0,02	–	0,5	0,2	
ФП+АГ	0,01	0,0001	0,5	–	0,4	
ФП+АГ+ИБС	0,0001	0,0001	0,12	0,215	–	
Объем ЛП						

Таблица 3. Корреляция объема и индекса ЛП с наличием сердечно-сосудистого заболевания (АГ, ФП, ФП+ИБС или +АГ)

Показатель	ФП	p	ИБС	p	АГ	p	ФП+ИБС/АГ	p
Объем ЛП	0,59	0,0001	0,08	0,5	0,194	0,2	0,543	0,0001
Индекс объема ЛП	0,574	0,001	0,104	0,4	0,186	0,13	0,516	0,0001

Обсуждение

По данным проведенного исследования объем ЛП в контрольной группе составил 92 ± 15 мл, индексированный объем ЛП при этом составил 47 ± 9 мл/м². Учитывая, что средний возраст пациентов в исследовании составляет 61 год, полученное значение соответствует норме для данной возрастной категории [17].

В группе пациентов с подтвержденной ИБС в сочетании с АГ в анамнезе отмечается незначительное увеличение объема ЛП до $96,1 \pm 17$ мл ($p = 0,535$), что указывает на развитие диастолической дисфункции ЛЖ [10]. Индексированный объем ЛП для данной группы равен 50 ± 10 мл/м². Некоторые исследования подтвердили, что увеличенный объем ЛП [12], а также увеличенный индексированный объем ЛП [13] являются независимыми факторами риска возникновения ОИМ, сердечной недостаточности, других острых состояний, а также предиктором смертности пациентов, страдающих ИБС. Кроме того, увеличение объема ЛП ассоциировано с риском возникновения ФП [5, 6], на что следует обратить внимание при динамическом наблюдении данной группы пациентов.

В 3-й группе пациентов с изолированной ФП отмечается резкое увеличение объема на 30% – до 118 ± 31 мл ($p = 0,03$), индексированный объем ЛП при этом равен 60 ± 15 мл/м². Такой значительный прирост объема указывает на активно протекающий процесс ремоделирования ЛП, основой которого является изменение его структуры и функции, а именно формы, объема, а также сократительной способности миокарда ЛП [4].

В 4-й и 5-й группах, где ФП сочетается с ИБС и АГ, объем ЛП составил 126 ± 25 мл и $138,7 \pm 23$ мл ($p = 0,001$) соответственно. При этом причинами столь выраженной прогрессии может являться как дальнейшее ремоделирование ЛП, так

и увеличение КДО на фоне ИБС в сочетании с АГ, что приводит к дальнейшему нарушению функции и снижению выброса ЛП, что в свою очередь увеличивает растяжение стенки ЛП, способствует увеличению объема фиброзной ткани и приводит к увеличению объема полости ЛП [2, 3, 4].

Заключение

Объем ЛП и индексированный объем ЛП являются достоверными индикаторами наличия сердечно-сосудистых заболеваний. У пациентов с ИБС наблюдается увеличение объема ЛП по сравнению с нормальными значениями. Резкое увеличение объема (на 30%) отмечается в группе пациентов с изолированной ФП по сравнению с контрольной группой. В группах пациентов, у которых ФП сочеталась с ИБС и АГ, отмечалась тенденция к прогрессирующему увеличению объема ЛП.

С учетом полученных данных увеличение объема ЛП может быть маркером субклинического течения сердечно-сосудистых заболеваний, а также служить для прогнозирования риска возникновения ФП у пациентов, которым выполняют МСКТ-исследование сердца, грудной клетки, коронарных артерий с ЭКГ-синхронизацией по поводу других состояний. Кроме того, объем ЛП может быть использован как диагностический фактор прогрессии сердечно-сосудистого заболевания при динамическом наблюдении пациентов.

Список литературы / References

1. Hoit B.D. Left atrial size and function: role in prognosis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 63 (6): 493–505. DOI:10.1016/j.jacc.2013.10.055.
2. Kühl J.T., Möller J.E., Kristensen T.S., Kelbak H., Kofoed K.F. Left atrial function and mortality in patients with NSTEMI an MDCT study. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2011; 4 (10): 1080–1087. DOI:10.1016/j.jcmg.2011.08.008.



3. To A.C., Flamm S.D., Marwick T.H., Klein A.L. Clinical utility of multimodality LA imaging: assessment of size, function, and structure. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2011; 4 (7): 788–798. DOI: 10.1016/j.jcmg.2011.02.018.
4. Casacalang-Verzosa G., Gersh B.J., Tsang T.S. Structural and functional remodeling of the left atrium: clinical and therapeutic implications for atrial fibrillation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008; 51: 1–11.
5. Agner B.F., Kühl J.T., Linde J.J., Kofoed K.F., Åkeson P., Rasmussen B.V., Jensen G.B., Dixon U. Assessment of left atrial volume and function in patients with permanent atrial fibrillation: comparison of cardiac magnetic resonance imaging, 320-slice multi-detector computed tomography, and transthoracic echocardiography. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2014; 15 (5): 532–540. DOI: 10.1093/ehjci/jet239.
6. Stojanovska J., Cronin P., Gross B.H., Kazerooni E.A., Tsodikov A., Frank L., Oral H. Left atrial function and maximum volume as determined by MDCT are independently associated with atrial fibrillation. *Acad. Radiol.* 2014; 21 (9): 1162–1171. DOI: 10.1016/j.acra.2014.02.018.
7. Hof I., Chilukuri K., Arbab-Zadeh A., Scherr D., Dalal D., Nazarian S., Henrikson C., Spragg D., Berger R., Marine J., Calkins H. Does left atrial volume and pulmonary venous anatomy predict the outcome of catheter ablation of atrial fibrillation? *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2009; 20 (9): 1005–1010. DOI: 10.1111/j.1540-8167.2009.01504.x.
8. Abecasis J., Dourado R., Ferreira A., Saraiva C., Cavaco D., Santos K.R., Morgado F.B., Adragão P., Silva A. Left atrial volume calculated by multi-detector computed tomography may predict successful pulmonary vein isolation in catheter ablation of atrial fibrillation. *Europace*. 2009; 11 (10): 1289–1294. DOI: 10.1093/europace/eup198.
9. Sohns C., Sohns J.M., Vollmann D., Lüthje L., Bergau L., Dorenkamp M., Zwaka P.A., Hasenfuß G., Lotz J., Zabel M. Left atrial volumetry from routine diagnostic work up prior to pulmonary vein ablation is a good predictor of free-dom from atrial fibrillation. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2013; 14 (7): 684–691. DOI: 10.1093/ehjci/jet017.
10. Abhayaratna W.P., Seward J.B., Appleton C.P., Douglas P.S., Oh J.K., Tajik A.J., Tsang T.S. Left atrial size: physiologic determinants and clinical applications. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2006; 47 (12): 2357–2363.
11. Tsang T.S.M., Barnes M.E., Gersh B.J., Bailey K.R., Seward J.B. Left atrial volume as a morphophysiologic expression of left ventricular diastolic dysfunction and relation to cardiovascular risk burden. *Am. J. Cardiol.* 2002; 90 (12): 1284–1289.
12. Tsang T.S.M., Barnes M.E., Gersh B.J., Bailey K.R., Seward J.B. Prediction of risk for first age related cardiovascular events in an elderly population: the incremental value of echocardiography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003; 42: 1199–1205.
13. Ristow B., Ali S., Whooley M.A., Schiller N.B. Usefulness of left atrial volume index to predict heart failure hospitalization and mortality in ambulatory patients with coronary heart disease and comparison to left ventricular ejection fraction (from the Heart and Soul Study). *Am. J. Cardiol.* 2008; 102 (1): 70–76. DOI: 10.1016/j.amjcard.2008.02.099.
14. Truong Q.A., Bamberg F., Mahabadi A.A., Toepker M., Lee H., Rogers I.S., Seneviratne S.K., Schlett C.L., Brady T.J., Nagurny J.T., Hoffmann U. Left atrial volume and index by multidetector computed tomography: comprehensive analysis from predictors of enlargement to predictive value for acute coronary syndrome (ROMICAT study). *Int. J. Cardiol.* 2011; 146: 171–176.
15. Moller J.E., Hillis G.S., Oh J.K., Seward J.B., Reeder G.S., Wright R.S., Park S.W., Bailey K.R., Pellikka P.A. Left atrial volume: a powerful predictor of survival after acute myocardial infarction. *Circulation*. 2003; 107: 2207–2212. DOI: 10.1161/01.CIR.0000066318.21784.43.
16. Beinart R., Boyko V., Schwammenthal E., Kuperstein R., Sagie A., Hod H., Matetzky S., Behar S., Eldar M., Feinberg M.S. Long-term prognostic significance of left atrial volume in acute myocardial infarction. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004; 44: 327–334.
17. Stojanovska J., Cronin P., Patel S., Gross B.H., Oral H., Chughtai K., Kazerooni E.A. Reference normal absolute and indexed values from ECG-gated MDCT: left atrial volume, function, and diameter. *Am. J. Roentgenol.* 2011; 197 (3): 631–637. DOI: 10.2214/AJR.10.5955.

Поступила в редакцию 30.11.2017.
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 30.11.2017.
Accepted for publication on 27.12.2017.