

Зависит ли толщина стенки левого ушка сердца и его перешейка от их макроскопических характеристик?

А.А. Гапонов¹, Е.Г. Дмитриева^{1,2}, Я.С. Малов¹, А.А. Якимов^{1,2}

¹Уральский государственный медицинский университет Минздрава России
620028, г. Екатеринбург, ул. Репина, 3

²Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

Резюме

Информация о возможной зависимости толщины стенок левого ушка сердца (ЛУС) и околоушковых зон левого предсердия важна для прогнозирования операционных рисков при установке окклюдеров в устье ЛУС и выполнении операции «лабиринт» по поводу фибрилляции предсердий. Цель исследования – выявить значимые взаимосвязи между макроскопическими характеристиками ЛУС (размерами, формой, количеством долей) и толщиной стенок ЛУС и его перешейка. **Материал и методы.** Из 50 макропрепаратов сердец пациентов, умерших от причин, не связанных с болезнями сердца, изготовили анатомические срезы ($n = 60$), которые изучили при помощи стереоскопического микроскопа Olympus SZX2-ZB10, а также гистологические препараты. **Результаты и их обсуждение.** Оболочки стенки ЛУС были значительно тоньше, чем аналогичные оболочки в его перешейке. Прямые корреляционные связи между внешними размерами ЛУС и значениями толщины его оболочек не обнаружены. Выявлена обратная корреляция ($R_s = -0,4$, $p < 0,05$) между толщиной миокарда, эндокарда и размерами ЛУС. Толщина стенок ЛУС в форме «куриного крыла», «цветной капусты» и «наконечника стрелы» одинакова, но стенка однодолевых ЛУС по сравнению с двухдолевыми оказалась более тонкой ($p = 0,036$). Стенка перешейка ЛУС была более тонкой ($p = 0,03$) на препаратах с ЛУС в форме «цветной капусты» по сравнению с сердцами, у которых ЛУС имело форму «куриного крыла». Различия толщины стенок у ЛУС разной формы обусловлены степенью развития подэпикардальной жировой клетчатки. Во избежание перфорации стенки при манипуляциях в околоушковой зоне и полости ЛУС следует соблюдать максимальную осторожность у пациентов с однодолевыми ЛУС и ЛУС в форме «цветной капусты». **Заключение.** Выявлены клинически значимые взаимосвязи между толщиной стенки ЛУС и количеством его долей, а также между толщиной стенки перешейка ЛУС и вариантами формы ЛУС.

Ключевые слова: анатомия человека, анатомия сердца, предсердия, ушки сердца, миокард, перешеек левого ушка сердца.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Автор для переписки: Якимов А.А., e-mail: ayakimov07@mail.ru

Для цитирования: Гапонов А.А., Дмитриева Е.Г., Малов Я.С., Якимов А.А. Зависит ли толщина стенки левого ушка сердца и его перешейка от их макроскопических характеристик? *Сибирский научный медицинский журнал.* 2023;43(1):40–46. doi: 10.18699/SSMJ20230104

Does the wall thickness of the left atrial appendage and its isthmus depend on their macroscopic characteristics?

A.A. Gaponov¹, E.G. Dmitrieva^{1,2}, Ya.S. Malov¹, A.A. Iakimov^{1,2}

¹The Ural State Medical University of Minzdrav of Russia
620028, Yekaterinburg, Repina str., 3

²Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin
620002, Ekaterinburg, Mira str., 19

Abstract

Knowledge in interrelations between gross anatomy of the left atrial appendage (LAA) and thickness of the walls of LAA and periauricular area enables decreasing operational risks in LAA ostium occluding and “Cox-Maze” surgery for atrial fibrillation. The aim of the study was to identify significant interrelations between the macroscopic characteristics of the LAA (size, shape, number of lobes) and the parameters of the wall thickness of the LAA and its isthmus. **Material and methods.** The study includes 50 heart specimens of patients died from non-cardiac diseases. We examined 60 anatomical sections from 30 hearts by means Olympus SZX2-ZB10 microscope, and histological slices from 20 hearts. **Results.** The layers of the LAA wall were thinner than those in the isthmus. The thickness of LAA walls did not show direct correlation with the external dimensions of LAA. We found inverse correlation ($R_s = -0.4, p < 0,05$) between the thickness of the myocardium, endocardium and some external sizes of LAA. The wall thickness of «chicken wing», «cauliflower» and «arrowhead» was the same. The wall of single-lobe LAA was thinner than that of two-lobed LAA ($p = 0.036$). The LAA isthmus wall was thinner ($p = 0.03$) in hearts with «cauliflower» LAA compared to hearts with LAA resembled a «chicken wing». Differences in wall thickness in LAA of various shapes were due to the degree of subepicardial fatty tissue development. Intracardiac operations should be done with the utmost care in patients with “cauliflower” LAA and single-lobe LAA to avoid damage of the LAA and periauricular area. **Conclusions.** The research found clinically significant interrelations between the LAA wall thickness and the number of its lobes as well as between the LAA isthmus wall thickness and LAA shape variants.

Key words: human anatomy, heart anatomy, atria, atrial auricles, atrial appendages, myocardium, left atrial appendage isthmus.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Correspondence author: Iakimov A.A., e-mail: ayakimov07@mail.ru

Citation: Gaponov A.A., Dmitrieva E.G., Malov Ya.S., Iakimov A.A. Does the wall thickness of the left atrial appendage and its isthmus depend on their macroscopic characteristics? *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2023;43(1):40–46. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20230104

Введение

Левое ушко сердца (ЛУС) является особым отделом левого предсердия (ЛП), имеющим ряд специфических особенностей строения и положения. В сердце живого человека, находящегося в «анатомически правильном», ортоградном положении (стоя прямо на ногах), ЛУС по отношению к телу предсердия расположено спереди и несколько сверху. ЛУС – единственная часть ЛП, которая находится полностью интраперикардially. В отличие от правого ушка сердца, ЛУС обычно имеет хорошо выраженную шейку и устье, за счет которых оно четко обособлено от тела ЛП. Форма ЛУС отличается выраженной индивидуальной изменчивостью, в литературе представлены по меньшей мере пять ее классификаций [1]. Для российской анатомии традиционным является выделение червеобразного, лопастеобразного ЛУС и ЛУС в форме «петушиного гребня» [2], однако такая классификация не используется в практической медицине. J.P. Veinot et al. классифицировали ЛУС, исходя из количества его долей [3]. Наиболее распространенной является классификация, предложенная Y. Wang et al., согласно которой (в модификации K. Słodowska et al.) выделяют ЛУС в форме «куриного крыла», «цветной капусты» и «наконечника стрелы» [4, 5]. На фоне обилия информации о вариантах фор-

мы ЛУС данные о строении стенок ЛУС, околоушковых участков, в том числе перешейка ЛУС, представлены в единичных публикациях [6–9].

Научно-теоретическая значимость изучения особенностей строения стенки ЛУС состоит в необходимости пополнять и корректировать представления о нормальной (типовой и вариантной) анатомии сердца человека, выявлять типы анатомического соответствия между формой ЛУС и строением его стенок, определять особенности и формулировать закономерности строения. Сведения об особенностях стенки ЛУС важны не только для фундаментальной науки, но и для практической медицины. У пациентов с инсультами, развившимися вследствие тромбоэмболий, ЛУС было местом формирования тромбов не менее чем в 90 % случаев [10, 11]. ЛУС, имевшие три и более доли, встречались чаще у пациентов с тромбозами ЛУС, тогда как для пациентов без этой патологии характерны двухдолевые ЛУС [12]. Из литературы известны и другие анатомические предикторы высокого риска тромбообразования и тромбоэмболии из ЛУС: длинное ЛУС, большая площадь его устья, ЛУС любой формы по Y. Wang et al., кроме «куриного крыла» («non-chicken wing») [12, 13]. С целью предупреждения тромбоэмболий в последние годы развиваются технологии герметизации устья ЛУС с использованием окклюдеров разных моди-

фикаций. Самым частым (от 0,68 до 3,6 %) интраоперационным осложнением таких вмешательств оказался гемоперикард, который возникал из-за перфорации стенки ЛУС усиками окклюдера [14]. Возможно, те или иные формы ЛУС ассоциированы с определенными характеристиками их стенок. Насколько нам известно, исследований, в которых сопоставляли бы анатомию стенок ЛУС и околоушковых зон, в том числе области его перешейка, с внешним строением ЛУС, не проводилось.

Цель исследования – выявить наличие значимых взаимосвязей между макроскопическими характеристиками ЛУС (размерами, формой, количеством долей) и параметрами толщины стенок ЛУС и его перешейка.

Материал и методы

Изучены препараты сердца мужчин и женщин 35–89 лет ($n = 50$), тела которых не были востребованы для захоронения; возможность получения информированного согласия отсутствовала. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО Уральский государственный медицинский университет Минздрава России (протокол № 8 от 20.11.2020).

Критерии включения в исследование: 1) обычно сформированное и обычно расположенное сердце, 2) масса сердца 250–400 г, 3) отсутствие в структуре диагноза заболевания сердца как основного, конкурирующего заболевания или осложнения основного заболевания, 4) отсутствие макроскопических признаков осложнений ишемической болезни сердца, кардиомиопатий, заболеваний предсердно-желудочковых клапанов, признаков перенесенных операций на сердце, 5) повреждение или деформация ЛУС, в том числе вскрытие ЛУС при подозрении на тромбоэмболию из него при криптогенном инсульте.

Препараты фиксировали погружением в 10%-й нейтральный формалин не менее чем на 48 часов так, чтобы полости ЛП и ЛУС были максимально расправлены и заполнены фиксатором. Измеряли длину ЛУС (от его основания до наиболее удаленной точки по кровотоку, т.е. до верхушки ЛУС) и ширину ЛУС (наибольшее расстояние между противоположными краями ЛУС, перпендикулярное длине). Под перешейком ЛУС (left atrial appendage isthmus) понимали участок стенки ЛП от устья ЛУС до левого предсердно-желудочкового отверстия [8]. Длиной перешейка считали кратчайшее расстояние от устья ЛУС до левого фиброзного кольца. Ширину перешейка определяли перпендикулярно его длине по проекциям крайних точек нижнего края устья ЛУС.

Для морфометрии макропрепаратов использовали электронный штангенциркуль ШЦЦ-1-125 0,01 (Челябинск, ЧИЗ; погрешность измерения 0,03 мм).

Из одних макропрепаратов ($n = 30$) готовили анатомические срезы толщиной 4–5 мм, по два из каждого макропрепарата: один поперечный срез посередине длинной оси ЛУС и один продольный срез через устье ЛУС и его перешеек. Срезы изучали при помощи стереоскопического микроскопа Olympus SZX2-ZB10 с zoom-системой от 0,63 до 6,3 \times , окулярами 10 \times и объективом DFPL 0,75X-4 (Япония) при общем увеличении от 4,725 до 15,0 \times . Для фотографирования и морфометрии использовали тринокуляр SZX2-TR30, цифровую камеру TourCam U31SPM18000KPA 5.1MP (TourTek, Китай), персональный компьютер и программное обеспечение TourView 3.5. Измеряли общую толщину стенки, т.е. кратчайшее расстояние от наружной поверхности эпикарда до внутренней поверхности эндокарда, а также толщину эндокарда, миокарда и эпикарда с подэпикардальной жировой клетчаткой.

Другая группа препаратов ($n = 20$) была использована для изготовления гистологических препаратов стенок ЛУС и нижнего сектора околоушковой зоны (перешейка ЛУС). Срезы толщиной 3 мкм окрашивали гематоксилином Карazzi и эозином, пикрофуксином по ван Гизону (Лабико, Россия). Для изучения гистологических препаратов использовали микроскоп Olympus CX31RTSF. В программе ADF Image Capture 4.10. (2020) с помощью опции «сшивка» объединяли соседние поля зрения и получали цифровые гистотопограммы, которые фотографировали камерой TourCam U31SPM18000KPA 5.1MP и в программе Image J 1.53e (2020) выполняли измерения.

Оценивали распределение значений по W-критерию Шапиро – Уилка. Для дисперсионного анализа использовали H-критерий Крас-кела – Уоллиса, для парных сравнений – U-критерий Манна – Уитни. Учитывая небольшое количество наблюдений и частое отклонение распределения значений от нормального, результаты представляли в виде медианы, квартилей ($Me [Q_1; Q_3]$) и крайних значений. Определяли коэффициент корреляции Спирмена (R_s). Уровень значимости α принимали равным 0,05.

Результаты и их обсуждение

Форма и размеры ЛУС и его перешейка

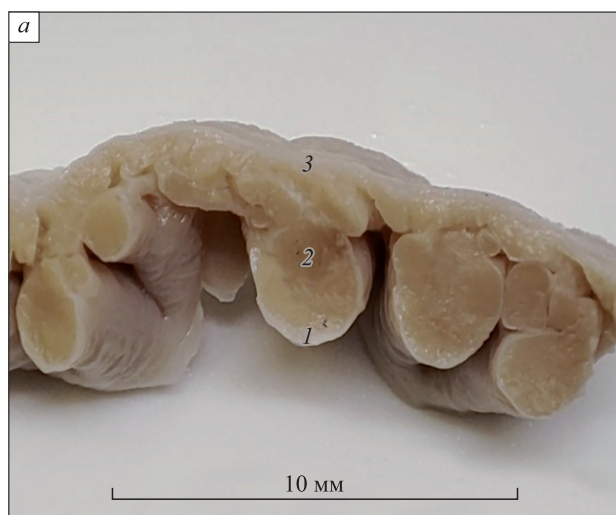
В настоящем исследовании установлено, что двухдолевые ЛУС встречались чаще, чем одно- и трехдолевые (соответственно в 23 и 7 случа-

ях, $p < 0,000$). ЛУС в форме «куриного крыла» и «цветной капусты» отмечены с одинаковой частотой: по 13 случаев из 30 (43,3 %), ЛУС в форме «наконечника стрелы» – в четырех случаях (13,3 %). Длина ЛУС составила 32,9 [27,0; 36,6] мм и варьировала от 16 до 57 мм, ширина – соответственно 25,3 [21,8; 30,3] мм, от 11 до 47 мм. Более узкие диапазоны значений этих параметров представлены в работе А.Р. Stepanchuk et al.: длина ЛУС – от 25 до 42 мм, ширина – от 10,9 до 28,1 мм [9]. Ширина перешейка ЛУС, по нашим данным, равна 8,5 [7,5; 9,7] мм, варьировала от 3,5 до 14 мм, длина перешейка ЛУС – соответственно 11,5 [10,0; 12,8] мм, от 4,3 до 16,6 мм, что хорошо согласуется с результатами, полученными J.R. López-Mínguez et al. [15]. Несколько большие значения ($14,2 \pm 4,8$ мм) привели D. Dudkiewicz et al. [16].

Макромикроскопическая анатомия стенки ЛУС

Одним из анатомических маркеров стенок ушек сердца являются гребенчатые мышцы (трабекулы пристеночного типа), за счет которых усложняется внутренний рельеф стенок ЛУС. Мышечные пучки завиваются вокруг оси полости ЛУС как листья вокруг стебля («whorl-like fashion»), напоминая лист пальмы [17, 18]. Как установили А.Р. Stepanchuk et al., количество гребенчатых мышц варьирует от четырех до шести на медиальной стенке и от семи до девяти на латеральной стенке ЛУС, а ширина этих мышц равна 1–1,5 мм [9]. По нашим данным, в ЛУС формируются трехмерные трабекулярные сети,

лучше всего они выражены по краям ЛУС и у его верхушки. Как на анатомических срезах, так и на гистотопограммах ЛУС отмечены гребенчатые мышцы и тонкие участки стенки между ними, которые соответствуют межтрабекулярным пространствам (рисунок). Участки стенки ЛУС между гребенчатыми мышцами (межтрабекулярные участки) значительно истончены и визуализируются как ямки или щели различной глубины. Кардиомиоциты гребенчатых мышц имеют преимущественно поперечное направление, они разделены на пучки тонкими соединительно-тканевыми тяжами, содержащими микрососуды. Одна из особенностей гребенчатых мышц – наличие пространств между эндокардом и миокардом, в которых располагается рыхлая соединительная ткань. В межтрабекулярных участках эндокард плотно сращен с миокардом, и пучки коллагеновых волокон переходят из подэндокардиального слоя в эпикард. По данным J.R. López-Mínguez et al., толщина гребенчатых мышц в 95 % случаев превышает 1 мм [15]. В статье [6] отмечено, что толщина стенки в утолщенных участках ЛУС в 4–5 раз больше, чем в тонких, и составляет 1176,4 мкм (от 882,6 до 1470,0 мкм), в истонченных – 292,0 мкм (219,0; 365,0 мкм). Медиана толщины эндокарда ЛУС, измеренной между гребенчатыми мышцами, равна 75,6 мкм, что составило 25,9 % от толщины стенки в этой локализации. Толщина этой же оболочки в области гребенчатых мышц равна 119,6 мкм (10,2 % от толщины всей стенки) [6, 7], что полностью согласуется с результатами настоящей работы.



Стенка левого ушка сердца на макромикрoанатомическом срезе (а) и на гистотопoграмме (б). 1 – эндокард; 2 – миокард; 3 – эпикард; 4 – соединительно-тканевый тяж
 The wall of the left atrium appendage. Macromicroanatomic section (a), histotopogram (б). 1 – endocardium; 2 – myocardium; 3 – epicardium; 4 – band of the connective tissue

Толщина стенки ЛУС и его оболочек при разных вариантах формы ЛУС

Wall thickness of the LAA and its shells in different variants of the LAA shape

Классификация	Вариант формы (количество препаратов)	Оболочка стенки, мм			Стенка в целом, мм
		Эндокард	Миокард	Эпикард с подэпикардиальной клетчаткой	
По количеству долей	Однодолевое (n = 5)	0,23 [0,14; 0,25]	0,93 [0,57; 1,17]	0,22 [0,20; 0,42]	1,27 [1,16; 1,96]
	Двухдолевое (n = 23)	0,20 [0,14; 0,25]	1,23 [0,80; 1,73]	0,85 [0,41; 1,03] *	2,09 [1,41; 2,95] *
	Трехдолевое (n = 2) #	0,43	2,15	1,73	4,32
По форме	«Куриное крыло» (n = 13)	0,19 [0,15; 0,24]	1,07 [0,87; 1,38]	0,62 [0,34; 0,88]	1,97 [1,35; 2,55]
	«Цветная капуста» (n = 13)	0,24 [0,20; 0,37]	1,25 [0,80; 2,00]	0,65 [0,41; 0,94]	2,09 [1,69; 3,05]
	«Наконечник стрелы» (n = 4) #	0,13	1,04	0,35	1,47
Объединенная группа (n = 30)		0,21 [0,09; 0,49]	1,2 [0,23; 3,50]	0,6 [0,09; 3,17]	1,93 [0,94; 6,39]

* Отличие от величины соответствующего показателя однодолевых ЛУС статистически значимо при $p < 0,05$; # – ввиду крайне малого количества наблюдений в этой подгруппе значения представлены только в виде медианы.

Как следует из таблицы, однодолевые ушки по сравнению с двухдолевыми имели более тонкую стенку и менее выраженную подэпикардиальную клетчатку. В среднем 56 % от толщины всей стенки ЛУС составлял миокард, доля эпикарда и подэпикардиальной клетчатки равна 32,5 %, доля эндокарда – 11,5 %. В отличие от стенки ЛУС, в перешейке ЛУС основную часть стенки (в среднем 70 %) составляли подэпикардиальная жировая клетчатка и эпикард, доля миокарда и эндокарда – 26 и 4 % соответственно. При сравнении значений толщины оболочек стенки ЛУС и перешейка ЛУС установлено, что все оболочки стенки ЛУС значительно тоньше ($p < 0,001$), чем аналогичные оболочки в его перешейке.

Макромикроскопическая анатомия стенки перешейка ЛУС

Медиана толщины стенки ЛП в области перешейка ЛУС составляла 9,96 мм и варьировала от 3,6 до 16,2 мм, для толщины эпикарда с подэпикардиальной клетчаткой соответствующие величины равнялись 7,7 мм (от 1,2 до 14,9 мм), толщины миокарда – 2,0 мм (от 0,5 до 6,3 мм), толщины эндокарда в области перешейка ЛУС – 0,3 мм (от 0,1 от 0,5 мм). Внутренняя поверхность перешейка ЛУС макроскопически была гладкой. На гистотопограммах в этой области были отмечены как поперечные, так и продольные цепочки кардиомиоцитов. Миокард этой зоны ЛП примерно

на 1 мм перекрывал створки левого предсердно-желудочкового клапана. Между основанием створок и миокардом ЛП залегала рыхлая соединительная ткань, известная как «фиброзно-жировая ткань линии митрального прикрепления (hinge)» [17]. В направлении от устья ЛУС к левому фиброзному кольцу перешеек ЛУС истончался [16]. По нашим данным, уменьшение толщины миокарда макроскопически здесь сложно выявить из-за большого количества подэпикардиальной жировой ткани, тем более что стенка перешейка ЛУС снаружи прикрыта левой венечной артерией. Поэтому толстый, на первый взгляд, перешеек ЛУС может таить в себе риски для кардиохирурга: опасность перфорации стенки ЛП при радиочастотной абляции и риск прорезывания швов в этой зоне при операциях на митральном клапане.

Взаимосвязи между макро- и микроскопическими характеристиками ЛУС и его перешейка

Корреляционные связи между внешними размерами ЛУС и значениями толщины его оболочек не обнаружены, за исключением обратной корреляции между длиной ЛУС и толщиной эндокарда ($R_s = - 0,45$; $p = 0,01$). Отрицательная корреляция отмечена между длиной ЛУС и толщиной миокарда в перешейке ЛУС ($R_s = - 0,4$; $p = 0,04$), а также между шириной ЛУС и толщиной эндокарда ($R_s = - 0,4$; $p = 0,04$). В тех слу-

чаях, когда ЛУС имело форму «куриного крыла», толщина перешейка ушка и толщина эпикарда с подэпикардальной клетчаткой в области перешейка были значительно больше ($p < 0,05$), чем аналогичные параметры на препаратах, где ЛУС имело форму «цветной капусты». Толщина эндокарда и миокарда в этих группах не различалась. В настоящей работе мы не определяли зависимость морфометрических параметров ЛУС от пола и возраста умерших – такой анализ проведен другими исследователями. Изучив 500 анатомических препаратов сердца людей всех возрастных групп, J.P. Veinot et al. не нашли какой-либо значимой зависимости длины ушек и количества их долей от пола и возраста [3]. M. Korhonen et al. выполнили мультипланарную реконструкцию по компьютерным томограммам и пришли к такому же заключению. Они установили, что ЛУС у мужчин длиннее, чем у женщин, и имеют большее количество долей, но при пересчете на площадь поверхности тела ЛУС оказались длиннее у женщин. Также эти авторы доказали отсутствие связей между возрастом пациентов, длиной и вариантами формы ушек [11].

Заключение

Проанализированы взаимосвязи между макроскопическими характеристиками ЛУС (размерами, формой, количеством долей) и параметрами толщины стенок ЛУС и его перешейка. Прямые корреляционные связи между внешними размерами ЛУС и значениями толщины его оболочек не обнаружены. Выявлена обратная зависимость между толщиной миокарда, эндокарда и некоторыми размерами ЛУС, однако мы не считаем эти различия клинически значимыми. Толщина стенок ЛУС в форме «куриного крыла», «цветной капусты» и «наконечника стрелы» одинакова, но стенка однодолевых ЛУС по сравнению с двухдолевыми оказалась более тонкой. Стенка перешейка ЛУС была тоньше на препаратах с ЛУС в форме «цветной капусты» по сравнению с сердцами, у которых ЛУС имело форму «куриного крыла». Различия толщины стенок у ЛУС разной формы обусловлены разной степенью развития подэпикардальной жировой клетчатки. Клиническое значение выявленных особенностей состоит в том, что у пациентов с однодолевыми ЛУС и ЛУС в форме «цветной капусты» риск перфорации стенок ЛУС и стенки ЛПП в области перешейка при прочих равных условиях максимален, следовательно, при внутривидеоскопических вмешательствах на указанной зоне у таких пациентов следует соблюдать максимальную осторожность.

Список литературы / References

1. Гапонов А.А., Якимов А.А. Варианты формы левого ушка сердца: сравнение классификаций. *Современные проблемы морфологии: сб. тез. докл. конф., посвящ. памяти академика РАН Л.Л. Колесникова*, Москва, 10 декабря 2020. М.: Научная книга, 2020. С. 50–52.
2. Gaponov A.A., Iakimov A.A. Shape variations of the left atrial appendage: comparison of classifications. *Modern problems of morphology: coll. thes. rep. conf., dedicated to the memory of Academician L.L. Kolesnikov*, Moscow, December 10, 2020. Moscow: Nauchnaya kniga, 2020. P. 50–52. [In Russian].
3. Овчаренко Т.А., Круговихин Д.А., Старчик Д.А. Особенности строения левого ушка при различных формах сердца у женщин пожилого возраста. *Ж. анатомии и гистопатологии*. 2018;7(2):58–62. doi: 10.18499/2225-7357-2018-7-2-58-62
4. Ovcharenko T.A., Krugovikhin D.A., Starchik D.A. Features of the left auricle with various heart shape among aged women. *Zhurnal anatomii i gistopatologii = Journal of Anatomy and Histopathology*. 2018;7(2):58–62. [In Russian]. doi: 10.18499/2225-7357-2018-7-2-58-62
5. Veinot J.P., Harrity P.J., Gentile F., Khandheria B.K., Bailey K.R., Eickholt J.T., Seward J.B., Tajik A.J., Edwards W.D. Anatomy of the normal left atrial appendage: A quantitative study of age-related changes in 500 autopsy hearts: Implications for echocardiographic examination. *Circulation*. 1997;96(9):3112–3115. doi: 10.1161/01.CIR.96.9.3112
6. Wang Y., di Biase L., Horton R.P., Nguyen T., Morhanty P., Natale A. Left atrial appendage studied by computed tomography to help planning for appendage closure device placement. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2010;21(9):973–982. doi: 10.1111/j.1540-8167.2010.01814.x
7. Słodowska K., Szczepanek E., Dudkiewicz D., Hołda J., Bolechała F., Strona M., Lis M., Batko J., Koziej M., Hołda M.K. Morphology of the left atrial appendage: Introduction of a new simplified shape-based classification system. *Heart Lung Circ.* 2021;30(7):1014–1022. doi: 10.1016/j.hlc.2020.12.006
8. Бородина Г.Н., Лебединский В.Ю., Высоцкий Ю.А. Морфологические основы гемодинамики в ушках сердца. *Мед. и образ. в Сибири*. 2014;(2):39–44.
9. Borodina G.N., Lebedinsky V.Yu., Vysotsky Yu.A. Morphological bases of haemodynamics in atrial auricles. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri = Medicine and Education in Siberia*. 2014;(2):39–44. [In Russian].
10. Чаплыгина Е.В., Каплунова О.А., Евтушенко А.В., Каракозова Е.А., Маркевич А.В., Швырев А.А., Санькова И.В. Прикладные аспекты анатомического строения левого предсердия

сердца человека. *Соврем. пробл. науки и образ.* 2015;(5):146–155.

Chaplygina E.V., Kaplunova O.A., Evtushenko A.V., Karakozova E.A., Markevich A.V., Shvyrev A.A., San'kova I.V. Applied aspects of the anatomical structure of the human's heart left atrium. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education.* 2015;(5):146–155. [In Russian].

8. Hořda M.K., Hořda J., Strona M., Koziej M., Klimek-Piotrowska W. Blood vessels and myocardial thickness within the left atrial appendage isthmus line. *Clin. Anat.* 2018;31(7):1024–1030. doi: 10.1002/ca.23242

9. Stepanchuk A.P., Royko N.V., Fylenko B.M., Pryshlyak A.M. Morphofunctional purpose of human atrial auricles. *World of medicine and biology.* 2018;14(3):185–189. doi: 10.26724/2079-8334-2018-3-65-185-189

10. Adukauskaite A., Barbieri F., Senoner T., Plank F., Beyer C., Knoflach M., Boehme C., Hintzinger F., Mueller S., Cartes-Zumelzu F., Dichtl W., Feuchtnner G. Left atrial appendage morphology is associated with cryptogenic stroke: A CTA study. *JACC: Cardiovasc. imaging.* 2019;12(10):2079–2081. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.04.015

11. Korhonen M., Parkkonen J., Hedman M., Muuronen A., Onatsu J., Mustonen P., Vanninen R., Taina M. Morphological features of the left atrial appendage in consecutive coronary computed tomography angiography patients with and without atrial fibrillation. *PLoS One.* 2017;12(3):e0173703. doi: 10.1371/journal.pone.0173703

12. Suwa Y., Miyasaka Y., Taniguchi N., Hara-da S., Nakai E., Shiojima I. Atrial fibrillation and stroke: importance of left atrium as assessed by echocardiography. *J. Echocardiogr.* 2022;20(2):69–76. doi: 10.1007/s12574-021-00561-6

13. Patti G., Pengo V., Marcucci R., Cirillo P., Renda G., Santilli F., Calabrò P., de Caterina A.R., Cavallari I., Ricottini E., ... Working Group of Thrombosis of the Italian Society of Cardiology. The left atrial appendage: From embryology to prevention of thromboembolism. *Eur. Heart. J.* 2017;38(12):877–887. doi: 10.1093/eurheartj/ehw159

14. Khalil F., Arora S., Killu A.M., Tripathi B., DeSimone C.V., Egbe A., Noseworthy P., Kapa S., Mulpuru S., Gersh B., ... Deshmukh A.J. Utilization and procedural adverse outcomes associated with Watchman device implantation. *Europace.* 2021;23(2):247–253. doi: 10.1093/europace/eaab219

15. López-Mínguez J.R., González-Fernández R., Fernández-Vegas C., Millán-Núñez V., Fuentes-Cañamero M.E., Nogales-Asensio J.M., Doncel-Vecino J., Elduayen-Gragera J., Ho S.Y., Sánchez-Quintana D. Anatomical classification of left atrial appendages in specimens applicable to CT imaging techniques for implantation of Amplatzer cardiac plug. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2014;25(9):976–984. doi: 10.1111/jce.12429

16. Dudkiewicz D., Słodowska K., Jasińska K.A., Dobrzynski H., Hořda, M.K. The clinical anatomy of the left atrial structures used as landmarks in ablation of arrhythmogenic substrates and cardiac invasive procedures. *Translational Research in Anatomy.* 2021;23:100102. doi: 10.1016/j.tria.2020.100102

17. Ho S.Y., Cabrera J.A., Sanchez-Quintana D. Left atrial anatomy revisited. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2012;5(1):220–228. doi:10.1161/CIRCEP.111.962720

18. Whiteman S., Saker E., Courant V., Salandy S., Gielecki J., Zurada A., Loukas M. An anatomical review of the left atrium. *Translational Research in Anatomy.* 2019;17:100052. doi: 10.1016/j.tria.2019.100052

Сведения об авторах:

Антон Александрович Гапонов, ORCID: 0000-0002-6681-7537, e-mail: gagaponov@gmail.com

Евгения Германовна Дмитриева, ORCID: 0000-0002-2973-3481, e-mail: anmayak@mail.ru

Ярослав Сергеевич Малов, e-mail: javissdokh@gmail.com

Андрей Аркадьевич Якимов, к.м.н., ORCID: 0000-0001-8267-2895, e-mail: ayakimov07@mail.ru

Information about the authors:

Anton A. Gaponov, ORCID: 0000-0002-6681-7537, e-mail: gagaponov@gmail.com

Evgenia G. Dmitrieva, ORCID: 0000-0002-2973-3481, e-mail: anmayak@mail.ru

Yaroslav S. Malov, e-mail: javissdokh@gmail.com

Andrei A. Iakimov, candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0001-8267-2895, e-mail: ayakimov07@mail.ru

Поступила в редакцию 23.10.2022

После доработки 29.11.2022

Принята к публикации 18.01.2022

Received 23.10.2022

Revision received 29.11.2022

Accepted 18.01.2022