



© CC А. А. Гапонов, А. А. Якимов, 2022

УДК 611.127

DOI: 10.24884/1607-4181-2022-29-2-52-57

А. А. Гапонов, А. А. Якимов*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Екатеринбург, Россия

ВАРИАНТНАЯ АНАТОМИЯ ФОРМЫ ПОЛОСТИ И ВНУТРЕННЕГО РЕЛЬЕФА СТенок ЛЕВОГО УШКА СЕРДЦА

Поступила в редакцию 25.03.2022 г.; принята к печати 23.05.2022 г.

Резюме

Введение. Необходимость сопоставления формы полости левого ушка сердца с особенностями его внутреннего рельефа связана с поиском анатомических паттернов левого предсердия, наиболее вероятных по тромбообразованию в ушке и ассоциированных с высоким тромбоемболическим риском из этой камеры.

Цель — изучить особенности внутреннего рельефа стенок левого ушка сердца взрослого человека и выявить зависимость этих особенностей от размеров и формы полости ушка.

Методы и материалы. На 68 силиконовых слепках левого предсердия мужчин и женщин 35 — 89 лет, умерших от причин, не связанных с болезнями сердца, штангенциркулем измеряли длину и ширину левого ушка сердца, определяли форму его полости, число долей и межтрабекулярных пространств. Долю площади, занятой этими пространствами и гребенчатыми мышцами, оценивали в пикселях по фотографиям передневерхней поверхности левого ушка сердца в программе «Image J» (2019). Использовали корреляционный анализ, U-критерий Манна — Уитни.

Результаты. Двухдолевые ушки были отмечены чаще, чем однодолевые и трехдолевые. Число межтрабекулярных пространств варьировало от 4 до 41 (медиана — 21), у однодолевых ушек было меньше, чем у двухдолевых и трехдолевых. Этот параметр у ушек в форме куриного крыла был больше, чем на препаратах в форме наконечника стрелы (23 vs 18, $p = 0,004$). Доля площади, занятой гребенчатыми мышцами и межтрабекулярными пространствами, в левом ушке сердца составила 47 % (16 — 83 %) и не зависела от формы полости и числа долей ушка.

Заключение. Число межтрабекулярных пространств стенок левого ушка сердца коррелировало с его длиной и шириной и было наименьшим в однодолевых ушках и в ушках формы наконечника стрелы. Максимальное число межтрабекулярных пространств было характерно для левого ушка сердца, имевшего форму куриного крыла.

Ключевые слова: анатомия человека, анатомия сердца, предсердия, ушки сердца, гребенчатые мышцы

Для цитирования: Гапонов А. А., Якимов А. А. Вариантная анатомия формы полости и внутреннего рельефа стенок левого ушка сердца. *Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова.* 2022;29(2):52 — 57. DOI: 10.24884/1607-4181-2022-29-2-52-57.

* **Автор для связи:** Андрей Аркадьевич Якимов, Уральский государственный медицинский университет, 620028, Россия, г. Екатеринбург, ул. Репина, д. 3. E-mail: ayakimov07@mail.ru.

Anton A. Gaponov, Andrei A. Iakimov*

Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

VARIANT ANATOMY OF THE SHAPE OF THE CAVITY AND THE INTERNAL RELIEF OF THE WALLS OF THE LEFT ATRIAL APPENDAGE

Received 25.03.2022; accepted 23.05.2022

Summary

Introduction. The evaluation of the shape of the left atrial appendage into interconnection with the internal relief of its wall is of an importance for discovering anatomical patterns of the left atrium, which appears to be the most thrombogenic and are associated with a high thromboembolic risk from this chamber.

The **objective** was to study features of the internal relief of the walls of the left atrial appendage of the adult heart and to find the dependence of these features on the size and shape of the appendage.

Methods and material. We studied 68 left atrial silicone casts prepared from the hearts of 35 – 89 years men and women died from non-cardiac causes. By means a caliper, we measured the length and width of the cavity of the left atrial appendage, determined the shape, the number of lobes and intertrabecular spaces. With Image J program, we estimated the proportion of the area occupied by these spaces and pectinate muscles in pixels from photographs of the anterosuperior surface of the appendage. We used correlation analysis, Mann – Whitney U-test.

Results. We found two-lobed appendages commonly than single-lobed and three-lobed. The number of intertrabecular spaces was 4 – 41 (median 21), with one-lobed appendages having fewer than two- and three-lobed. The same parameter was higher in the «chicken wing» than in the «arrowhead» specimens (23 vs 18, $p = 0.004$). The proportion of the area occupied by the pectinate muscles and intertrabecular spaces in the left atrial appendage was 47 % (16 – 83 %) and showed none association with the shape of the cavity and the number of lobes.

Conclusion. The number of intertrabecular spaces in the walls of the left atrial appendage correlated with its length and width and was the smallest in single-lobed specimens and in the appendages of the «arrowhead» shape. The abundant intertrabecular spaces were common for «chicken wing» variant of the left atrial appendage.

Keywords: human anatomy, heart anatomy, heart atria, atrial appendage, pectinate muscles

For citation: Gaponov A. A., Iakimov A. A. Variant Anatomy of the shape of the cavity and the internal relief of the walls of the left atrial appendage. *The Scientific Notes of Pavlov University*. 2022;29(2):52 – 57. (In Russ.). DOI: 10.24884/1607-4181-2022-29-2-52-57.

* **Corresponding author:** Andrei A. Iakimov, Ural State Medical University, 3, Repina str., Ekaterinburg, 620028, Russia. E-mail: ayakimov07@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Ушки сердца – постоянные отделы предсердий, имеющие большое функциональное и клиническое значение. В функциональном отношении ушки сердца являются дополнительными резервуарами для крови и при увеличении ее объема могут существенно расширяться. За счет разницы давлений в ушках и венах, впадающих в соответствующее предсердие, обеспечивается приток венозной крови к сердцу. В стенках ушек сердца обнаружено большое количество рецепторов, реагирующих на повышение внутрипредсердного давления [1]. За счет выделения в кровь предсердного натрийуретического фактора, которым богаты кардиомиоциты ушек, увеличивается диурез, уменьшается объем циркулирующей крови, и по принципу отрицательной обратной связи снижается нагрузка на предсердия [2]. Правое и левое ушки различаются по своей форме, это позволяет считать их «наиболее очевидными и надежными маркерами своих предсердий» [3]. Левое ушко сердца (ЛУС), в отличие от правого, более вариабельно по форме. J. P. Veinot et al. (1997) [4] выделили однодолевые, двухдолевые и трехдолевые ЛУС. Позже классификация, основанная на количестве долей, была модифицирована R. Kaminski et al. (2015) [5]. Наибольшее распространение в клинических исследованиях получила классификация формы ЛУС, предложенная Y. Wang et al. (2010) [6]. Эти авторы описали ЛУС в форме кактуса, цветной капусты, куриного крыла и ветроуказателя. K. Słodowska et al. (2021) [7] упростили эту классификацию и предложили выделять ЛУС в форме наконечника стрелы («arrowhead»).

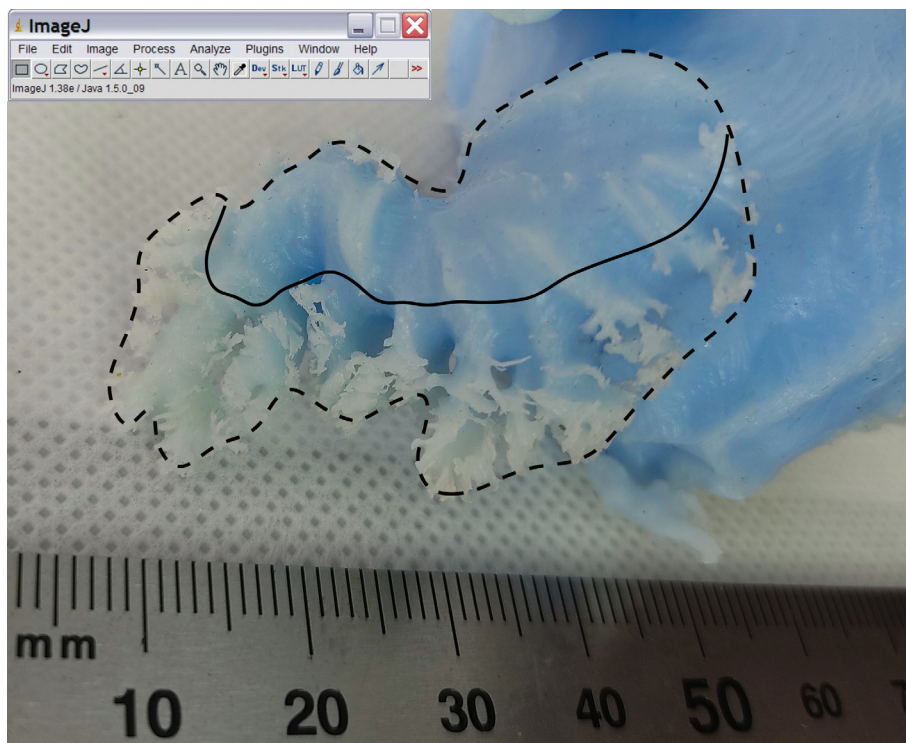
Большой интерес клиницистов к анатомии ЛУС объясняется развитием лучевой диагностики заболеваний сердца, совершенствованием кардиохирургических операций на его левых отделах, развитием рентгеноэндоваскулярной кардиохирургии. ЛУС расположено в непосредственной близости к

левому фиброзному кольцу и левой венечной артерии. Хирургические манипуляции на этих структурах при определенных вариантах их взаимного положения, например, при малом расстоянии от устья ЛУС до кольца или при субэндокардиальном положении артерии, могут быть затруднены и сопряжены с высокими интраоперационными рисками [3, 8]. Известно, что ЛУС – частый источник образования тромбозов, которые могут служить причиной нарушений мозгового кровообращения. В этой связи становятся актуальными разработка способов герметизации ЛУС, создание новых окклюдеров, форма которых максимально учитывала бы анатомию устья и шейки ЛУС [2]. Анатомические особенности ЛУС могут предрасполагать к тромбообразованию. В частности, трехдолевая форма и большие размеры ЛУС ассоциированы с более высокой частотой образования тромбов [1, 9, 10]. ЛУС в форме цветной капусты чаще всего ассоциировано с тромбозами из него [9]. С другой стороны, у пациентов с ЛУС в форме куриного крыла вероятность тромбозии из ЛУС была ниже, чем при прочих формах по классификации Wang et al. [10]. На фоне большого числа работ, в которых описывают форму ЛУС, обращает на себя внимание единичное число публикаций по вопросам внутреннего рельефа [11, 12]. До настоящего времени не проводилось сопоставления внутреннего рельефа стенок ЛУС с размерами ЛУС и вариантами его формы.

Цель исследования – изучить особенности внутреннего рельефа стенок левого ушка сердца взрослого человека и выявить зависимость этих особенностей от размеров и формы полости ушка.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Рельеф ушка был изучен на 68 коррозионных слепках левого предсердия и ЛУС мужчин и женщин 35 – 89 лет. Критерии включения в выборочную совокупность: 1) смерть от причин, не связанных



Левое ушко сердца. Силиконовый слепок, вид спереди и сверху. Пунктиром обозначен наружный контур ушка, сплошной линией — граница начала межтрабекулярных пространств

Left atrial appendage. Silicone cast, anterior-superior view. Dotted line indicates the outer border of the left atrial appendage, solid line indicates the border of the beginning of the intertrabecular spaces

с болезнями сердца; 2) внешне обычно сформированное леворасположенное сердце; 3) масса сердца 200 – 400 г. Критерии ограничения: 1) при аутопсии желудочков: макроскопические признаки осложнений ишемической болезни сердца, пороков сердца, поражений клапанов сердца, кардиомиопатий, перенесенных операций на сердце; 2) инсульт, при котором вскрывали ЛУС в поисках источника тромбозмболии; 3) повреждение, деформация стенки левого предсердия и (или) ЛУС.

Для изготовления коррозионных препаратов левое предсердие заполняли жидким силиконом с отвердителем через устье правой верхней легочной вены по оригинальному способу [13]. За счет максимального наполнения была смоделирована фаза диастолы предсердия. Препараты фиксировали и хранили в 10 %-м растворе формалина, на слепках препарировали миокард левого предсердия. Мягкие ткани, оставшиеся после препарирования, удаляли путем промывания слепков в проточной воде. На слепках определяли число долей ушка. Границами между долями считали вырезки на краях ЛУС, глубина которых была не менее $\frac{1}{3}$ ширины ушка в месте локализации вырезки. Если вырезок не было, ЛУС считали однодолевым. Измеряли длину ЛУС (от середины основания ЛУС до точки, наиболее удаленной по кровотоку от основания ЛУС, т. е. до верхушки ЛУС) и ширину (наибольшее расстояние между проти-

воположными краями ЛУС, перпендикулярное длине). Морфометрию выполняли электронным штангенциркулем ШЦЦ-1-125-0,01 (Челябинский инструментальный завод; точность – 0,03 мм). Также на слепках визуально определяли число межтрабекулярных пространств первого порядка (МТП). Под МТП понимали углубления между гребенчатыми мышцами и трабекулами, которые были непосредственными продолжениями полости ЛУС и на слепках выглядели как ее «ответвления». Каждый препарат ЛУС фотографировали в стандартной передневерхней проекции. На фотографии каждого ЛУС в программе «ImageJ» (2019) проводили две линии: 1) через точки МТП, наиболее удаленные от полости ЛУС; 2) через места начала МТП. В той же программе в пикселях вычисляли площадь зоны, ограниченной первой (внешней) линией, и зоны, расположенной между первой и второй линиями (зона гребенчатых мышц и МТП), находили процентное соотношение площадей.

Для статистической обработки результатов использовали программу «Statistica 10.0» (StatSoft Inc., США). Соответствие распределения значений нормальному закону оценивали с помощью W-критерия Шапиро – Уилка. Если хотя бы в одной из сравниваемых групп распределение отличалось от нормального, результаты представляли в виде медианы, 25-го и 75-го процентилей (p25, p75)

Характеристики внутреннего рельефа стенки левого ушка сердца при разных вариантах формы этого ушка**Characteristics of the internal relief of the left atrial appendage wall in specimens of various shape**

Авторы классификации, год публикации	Вариант формы	Число межтрабекулярных пространств, шт.	Доля площади, занятой гребенчатыми мышцами и пространствами, %
J. Veinot et al. (1997)	Однодолевое	18*# (4; 30)	42 (23; 68)
	Двухдолевое	23* (10; 40)	48 (16; 83)
	Трехдолевое	24# (14; 37)	50 (30; 74)
Y. Wang et al. (2010) в модификации K. Słodowska et al. (2021)	«Куриное крыло»	23& (18; 38)	46 (16; 74)
	«Цветная капуста»	21 (4; 34)	48 (30; 83)
	«Наконечник стрелы»	18& (7; 40)	43 (23; 62)

Примечание: результаты представлены в виде медианы и крайних значений; * – различия значимы при $U = 151$; $p = 0,0008$; # – $U = 57,5$; $p = 0,0014$; & – $U = 75,5$; $p = 0,004$.

и крайних значений. Для множественных сравнений использовали Н-критерий Краскела – Уоллиса. Если критерий выявлял статистически значимые различия, переходили к процедуре попарного сравнения, для чего использовали U-критерий Манна – Уитни, в противном случае, принимали нулевую гипотезу о равенстве средних. Для корреляционного анализа использовали критерий Спирмена (Rs). При $R_s \leq 0,3$ корреляцию не учитывали, при $R_s \geq 0,7$ корреляционные связи считали сильными. Значимость различия частот встречаемости оценивали во вкладке «основная статистика – различия долей» по одностороннему тесту при $\alpha = 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Длина ЛУС составила 31 мм ($p_{25} - p_{75} = 27 - 36$ мм), варьировала от 19,8 до 54,5 мм. Ширина ЛУС была равна 20,3 мм ($p_{25} - p_{75} = 16 - 23,4$ мм), значения находились в интервале от 11,2 до 35,7 мм. Число МТП на одном препарате варьировало от 4 до 41 (медиана – 21). Однодолевые и трехдолевые ЛУС встречались с одинаковой частотой ($p = 0,117$). Двухдолевые ЛУС были отмечены чаще, чем однодолевые (47 vs 31 %, $p = 0,028$), и чаще, чем трехдолевые (47 vs 22 %, $p = 0,001$) (таблица). В исследовании J. P. Veinot et al. (1997) [4] двухдолевые ЛУС были выявлены в 54 % случаев, что близко к результатам настоящей работы. R. Kaminski et al. (2015) [5] модифицировали классификацию и предложили выделять четыре типа ЛУС. ЛУС первого и третьего типов, по их классификации, состояли из двух долей и в совокупности встречались на 69 % коррозийных препаратов. Следовательно, двухдолевые ЛУС можно считать наиболее типичными для сердца взрослого человека.

Число МТП у однодолевых ЛУС было меньше, чем у двухдолевых и трехдолевых ЛУС, что, вероятно, связано с меньшими размерами этих ушек. Число МТП у двухдолевых и трехдолевых ЛУС

было одинаково ($U = 198,5$; $p = 0,35$). ЛУС в форме цветной капусты на слепках были выявлены в 46 % случаев (31/68). Это было больше, как по сравнению с ЛУС в форме куриного крыла (25 %, $p = 0,005$), так и по сравнению с ЛУС в форме наконечника стрелы (28 %, $p = 0,015$) (таблица). На одном из препаратов была отмечена спиралевидная форма полости ЛУС. В литературе есть данные о том, что для формы ЛУС характерна этническая изменчивость [14]. Так, ЛУС в форме цветной капусты были типичны для коренных жителей Кении, тогда как в итальянской популяции такая форма встречалась реже других [15]. Некоторые авторы считали, что вариант ЛУС в форме цветной капусты ассоциирован с высоким риском тромбоэмболий из ЛУС [16], однако другие эту связь не обнаружили [10]. При оценке рисков тромбообразования, обусловленных снижением скорости кровотока, нужно оценивать как форму полости, так и рельеф стенки. Типичное число «трабекул и гребней» (а значит, и пространств между ними) на каждой стенке ЛУС было постоянным, от 5 до 7 [11], и могло достигать 9 [12]. Сумма этих значений по обеим стенкам ЛУС составила 14 – 18 и была близка к нашим результатам. Но авторы [11, 12] не сопоставляли это число с формой полости ЛУС. Такое сопоставление, насколько нам известно, впервые сделано в настоящей работе.

Установлено, что число МТП у ЛУС в форме куриного крыла было больше, чем у ЛУС в форме наконечника стрелы (таблица). Нужно отметить, что у ЛУС в форме цветной капусты число МТП не отличалось от значений аналогичного показателя у ЛУС в форме куриного крыла ($U = 185$, $p = 0,09$) и наконечника стрелы ($U = 207$, $p = 0,08$), по значимости различий была крайне низкой. Если принять во внимание, что для оценки статистической значимости использовался непараметрический U-критерий, можно предположить, что в связи с низкой мощностью критерия в данном случае

фактически существующие различия оказались не выявленными. Корреляционный анализ показал, что число МТП зависело от длины ($R_s = 0,44$) и ширины ЛУС ($R_s = 0,47$). Доля площади, занятой гребенчатыми мышцами и МТП в ЛУС, в среднем была равна 47 % и варьировала от 16 до 83 %. Зависимость этого параметра от числа долей и формы ЛУС по классификации Y. Wang (2010) и K. Słodowska (2021) не обнаружена [6, 7].

ВЫВОДЫ

1. Число межтрабекулярных пространств стенок левого ушка сердца коррелировало с его длиной и шириной и было наименьшим в однодолевых ушках и на слепках ушек в форме наконечника стрелы.

2. Наибольшее число межтрабекулярных пространств характерно для левого ушка сердца, полость которого имела форму куриного крыла.

3. Доля площади внутренней поверхности стенки ушка, занятой гребенчатыми мышцами, трабекулами и межтрабекулярными пространствами, от формы полости этого ушка и числа его долей не зависела.

Благодарности

Авторы свидетельствуют свое глубокое почтение памяти тех людей, препараты сердца которых были использованы для этого исследования. Авторы выражают признательность коллегам-патологам за помощь в выполнении исследования.

Acknowledgments

The authors pay their deep respect for the memory of all those people whose hearts were investigated in this research. The authors express their gratitude to colleagues for their help in carrying out the stud.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

Authors declare no conflict of interest

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Протокол исследования был одобрен локальным Этическим комитетом ФГБОУ ВО «УГМУ» Минздрава России (протокол № 3 от 20 ноября 2020 г.). Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. The study was approved by the Ethics Committee of Ural State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Protocol № 3, November 20, 2020). Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

1. Al-Saady N. M., Obel O. A., Camm A. J. Left atrial appendage: structure, function, and role in thromboembolism // *Heart*. – 1999. – Vol. 82, № 5. – P. 547–554.
2. Patti G., Pengo V., Marcucci R. et al. The left atrial appendage: From embryology to prevention of thromboembolism // *Eur. Heart J.* – 2017. – Vol. 38, № 12. – P. 877–887. Doi: 10.1093/eurheartj/ehw159.
3. Фальковский Г. Э. Стрoение сердца и анатомические основы его функции. – М.: ИЦ ССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2014. – С. 136–143.
4. Veinot J. P., Harrity P. J., Gentile F. et al. Anatomy of the normal left atrial appendage: A quantitative study of age-related changes in 500 autopsy hearts: Implications for echocardiographic examination // *Circulation*. – 1997. – Vol. 96, № 9. – P. 3112–3115. Doi: 10.1161/01.cir.96.9.3112.
5. Kamiński R., Kosiński A., Brala M. et al. Variability of the left atrial appendage in human hearts // *PLoS ONE*. – 2015. – Vol. 10, № 11. – P. e0141901. Doi: 10.1371/journal.pone.0141901.
6. Wang Y., Di Biase L., Horton R. P. et al. Left atrial appendage studied by computed tomography to help planning for appendage closure device placement // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* – 2010. – Vol. 21, № 9. – P. 973–982. Doi: 10.1111/j.1540-8167.2010.01814.x.
7. Słodowska K., Szczepanek E., Dudkiewicz D. et al. Morphology of the left atrial appendage: introduction of a new simplified shape-based classification system // *Hear. Lung Circ.* – 2021. – Vol. 30, № 7. – P. 1014–1022. Doi: 10.1016/j.hlc.2020.12.006.
8. Holda M. K., Holda J., Strona M. et al. Blood vessels and myocardial thickness within the left atrial appendage isthmus line // *Clin Anat.* – 2018. – Vol. 31, № 7. – P. 1024–1030. Doi: 10.1002/ca.23242.
9. Beigel R., Wunderlich N. C., Ho S. Y. et al. The left atrial appendage: anatomy, function, and noninvasive evaluation // *JACC Cardiovasc. Imaging*. – 2014. – Vol. 7, № 12. – P. 1251–1265. Doi: 10.1016/j.jcmg.2014.08.009
10. Adukauskaite A., Barbieri F., Senoner T. et al. Left atrial appendage morphology is associated with cryptogenic stroke. A CTA study (letter to editor) // *JACC: Cardiovasc Imaging*. – 2019. – Vol. 12, № 10. – p. 2076–2081. Doi: 10.1016/j.jcmg.2019.04.015.
11. Бородина Г. Н., Высоцкий Ю. А., Лебединский В. Ю. Ушки сердца: строение и функции. – Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2012.
12. Stepanchuk A. P., Royko N. V., Fylenko B. M. et al. Morphofunctional purpose of human atrial auricles // *World of medicine and biology*. – 2018. – Vol. 14, № 3. – С. 185–189. Doi: 10.26724/2079-8334-2018-3-65-185-189.
13. Гапонов А. А., Якимов А. А. Морфометрическая топография левого ушка сердца взрослого человека // *Сибир. науч. мед. журн.* – 2022. – Т. 42, № 1. – С. 41–48. Doi: 10.18699/SSMJ20220104.
14. Mumin A., Olabu B., Kaisha W. et al. Morphology of the left atrial appendage: prevalence and gender difference in a Kenyan population // *Journal of Morphological Sciences*. – 2018. – Vol. 35, № 1. – P. 48–53. Doi: 10.1055/s-0038-1660488.
15. Di Biase L., Santangeli P., Anselmino M. et al. Does the left atrial appendage morphology correlate with the risk of stroke in patients with atrial fibrillation? Results from a multicenter study // *J Am Coll Cardiol*. – 2012. – Vol. 60, № 6. – P. 531–538. Doi: 10.1016/j.jacc.2012.04.032.
16. Морфологические предпосылки тромбоза ушка левого предсердия (обзор) / Н. Д. Баженов, Е. С. Мазур, В. В. Мазур, О. В. Нилова // *Морфолог. ведомости*. – 2021. – Т. 29, № 4. – С. 70–77. Doi: 10.20340/mv-mn.2021.29(4).578.

REFERENCES

1. Al-Saady N. M., Obel O. A., Camm A. J. Left atrial appendage: structure, function, and role in thromboembolism // *Heart*. 1999;82(5):547–554.
2. Patti G., Pengo V., Marcucci R., Cirillo P., Renda G., Santilli F., Calabrò P., De Caterina A. R., Cavallari I., Ricotini E., Parato V. M., Zoppellaro G., Di Gioia G., Sedati P., Cicchitti V., Davi G., Golia E., Pariggiano I., Simeone P., Abbate R., Prisco D., Zimarino M., Sofi F., Andreotti F. The left atrial appendage: From embryology to prevention of thromboembolism // *Eur. Heart J.* 2017;38,(12):877–887. Doi: 10.1093/eurheartj/ehw159.
3. Fal'kovskii G. E. Stroenie serdtsa i anatomicheskie osnovy ego funktsii (Structure of the heart and anatomical bases of its function). Moscow, Nauchnyy tsentr serdechno-sosudistoy khirurgii imeni A. N. Bakuleva, 2014:136–143. (In Russ.).
4. 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.
5. Kamiński R., Kosiński A., Brala M., Piwko G., Lewicka E., Dąbrowska-Kugacka A., Raczak G., Kozłowski D., Grzybiak M. Variability of the left atrial appendage in human hearts // *PLoS ONE*. 2015;10(11):e0141901. Doi: 10.1371/journal.pone.0141901.
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 // *Hear. Lung Circ.* 2021;30(7):1014–1022. Doi: 10.1016/j.hlc.2020.12.006.
8. Hołda M. K., Hołda 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. Beigel R., Wunderlich N. C., Ho S. Y., Arsanjani R., Siegel R. J. The left atrial appendage: anatomy, function, and noninvasive evaluation // *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2014;7(12):1251–1265. Doi: 10.1016/j.jcmg.2014.08.009.
10. Adukauskaitė A., Barbieri F., Senoner T., Plank F., Beyer C., Knoflach M., Boehme C., Hintringer F., Mueller S., Cartes-Zumelzu F., Dichtl W., Feuchtnner G. Left atrial appendage morphology is associated with cryptogenic stroke. A CTA study (letter to editor) // *JACC: Cardiovas Imaging*. 2019;12(10):2076–2081. Doi: 10.1016/j.jcmg.2019.04.015.
11. Borodina G. N., Vysotskiy Yu. A., Lebedinskiy V. Yu. Ushki serdtsa. Stroenie i funktsii. (Auricles of the heart. Structure and function.) Saarbrücken, LAP LAMBERT, 2012.
12. 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.
13. Gaponov A. A., Iakimov A. A. Morfometricheskaya topografiya levogo ushka serdtsa vzroslogo cheloveka // *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal*. 2022;42(1):41–48. (In Russ.). Doi: 10.18699/SSMJ20220104.
14. Mumin A., Olabu B., Kaisha W., Saidi H., Ogeng'o J. Morphology of the left atrial appendage: prevalence and gender difference in a Kenyan population // *Journal of Morphological Sciences*. 2018;35(1):48–53. Doi: 10.1055/s-0038-1660488.
15. Di Biase L., Santangeli P., Anselmino M., Mohanty P., Salvetti I., Gili S., Horton R., Sanchez J. E., Bai R., Mohanty S., Pump A., Brantes M.C., Gallinhouse G. J., Burkhardt J. D., Cesarani F., Scaglione M., Natale A., Gaita F. Does the left atrial appendage morphology correlate with the risk of stroke in patients with atrial fibrillation? Results from a multicenter study // *J Am Coll Cardiol*. 2012;60(6):531–538. Doi: 10.1016/j.jacc.2012.04.032.
16. Bazhenov N. D., Mazur E. S., Mazur V. V., Nilova O. V. Morfologicheskiye predposylki tromboza ushka levogo predserdiya (obzor) // *Morfologicheskiye vedomosti*. 2021;29(4):70–77. (In Russ.). Doi: 10.20340/mv-mn.2021.29(4).578.

Информация об авторах

Гапонов Антон Александрович, ассистент кафедры анатомии человека, Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург, Россия), ORCID: 0000-0002-6681-7537; **Якимов Андрей Аркадьевич**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии человека, Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург, Россия), ORCID: 0000-0001-8267-2895.

Information about authors

Gaponov Anton A., Assistant of the Department of Human Anatomy, Ural State Medical University (Ekaterinburg, Russia), ORCID: 0000-0002-6681-7537; **Iakimov Andrei A.**, Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Human Anatomy, Ural State Medical University (Ekaterinburg, Russia), ORCID: 0000-0001-8267-2895.