

Вариантная морфометрическая анатомия устья левого ушка сердца

А.А. Якимов^{1,2*}, А.А. Гапонов¹

¹Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия;

²Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия

Реферат

Актуальность. Знание вариантов формы и размеров устья левого ушка сердца, а также взаимосвязи его размеров с количеством долей левого ушка, размерами его шейки, левого предсердно-желудочкового отверстия и левого фиброзного кольца и расстоянием до него, а также с габаритными размерами сердца важно для персонификации стратегии при установке окклюдеров и выполнении клипирования устья ушка с целью профилактики тромбоэмболических осложнений.

Цель. Определить варианты формы и размеров устья левого ушка сердца и проанализировать зависимость этих размеров от количества долей ушка, размеров сердца, диаметров левого предсердно-желудочкового отверстия и расстояния от устья до левого фиброзного кольца.

Материал и методы исследования. Изучены 37 фиксированных в 10% формалине препаратов сердца взрослых людей, умерших от причин, не связанных с болезнями сердца. Морфометрию выполняли штангенциркулем ШЦЦ-1-200, кронциркулем и угломером 4УМ. Применяли непараметрический дисперсионный, корреляционный, однофакторный регрессионный анализ, метод кросс-табуляции. Результаты представляли в виде среднего значения и его стандартного отклонения. Значимость различий оценивали U-критерием Манна-Уитни.

Результаты. Левое ушко сердца в 16,2% случаев было однодолевым, в 62,2% двухдолевым, в 18,9% трёхдолевым. Длина устья составила $12,7 \pm 4,03$ мм, ширина $9,5 \pm 3,62$ мм. Устья овальной формы встречались в 3,1 раза чаще, чем круглые (28/37 и 9/37, $p=0,0027$). В 17 случаях из 28 овальные устья располагались преимущественно горизонтально, в 9 — преимущественно вертикально, в 1 случае — косо. Вертикально ориентированные устья по сравнению с другими группами были значимо длиннее и несколько шире. Количество долей ушка не было надёжным предиктором формы устья ($p=0,055$). Зависимость между размерами устья ушка, вариантами его формы и расстоянием до левого предсердно-желудочкового отверстия не обнаружена. Значения длины и ширины устья формировали корреляционные пары между собой ($R_s=0,68$), а также с диаметрами левого фиброзного кольца. Длина устья коррелировала с длиной желудочкового комплекса ($R_s=0,47$) и шириной сердца ($R_s=0,53$), значения ширины устья из трёх габаритных размеров сердца формировали корреляционную пару только с шириной сердца ($R_s=0,4$). По мере увеличения длины и ширины желудочкового комплекса длина устья возрастала экспоненциально. Расстояние от устья ушка до левого предсердно-желудочкового отверстия не зависело ни от формы устья, ни от его ориентации.

Вывод. Форма устья левого ушка условно нормального сердца взрослого человека овальная, реже круглая, а размеры устья зависят от длины и ширины желудочкового комплекса сердца.

Ключевые слова: анатомия человека, сердце, левое предсердие, ушки сердца.

Для цитирования: Якимов А.А., Гапонов А.А. Вариантная морфометрическая анатомия устья левого ушка сердца. Казанский мед. ж. 2022;103(1):69–78. DOI: 10.17816/KMJ2022-69.

*Для переписки: ayakimov07@mail.ru

Поступила 20.08.2021; принята в печать 11.10.2021;
опубликована 15.02.2022.

© Эко-Вектор, 2022. Все права защищены.

*For correspondence: ayakimov07@mail.ru

Submitted 20.08.2021; accepted 11.10.2021;
published 15.02.2022.

© Eco-Vector, 2022. All rights reserved.

ORIGINAL STUDY | DOI: 10.17816/KMJ2022-69

Anatomical and morphometric variation of the orifice of the left atrial appendageA.A. Iakimov^{1,2*}, A.A. Gaponov¹¹Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia;²Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia**Abstract**

Background. Knowledge of the anatomical variations of the shape and size of the left atrial appendage orifice, along with the relationship of its size with the number of left atrial appendage lobes, the size of its neck, the left atrioventricular orifice, the left atrioventricular fibrous ring and the distance to it, as well as with the overall dimensions of the heart is important in personalized surgical planning for the installation of occluder device and left atrial appendage clipping to prevent thromboembolic complications.

Aim. To identify anatomical variations in the shape and size of the left atrial appendage orifice and analyze the dependence of these parameters on the number of left atrial appendage lobes, cardiac dimensions, mitral orifice area and the distance from the orifice to the left atrioventricular fibrous ring.

Material and methods. We studied 37 heart specimens fixed in 10% formalin in adults who died of non-cardiac causes. Morphometry was performed by an ShTsTs-1-200 digital calliper, drawing needle calliper and 4UM goniometer. We used nonparametric analysis of variance, Spearman correlation coefficient (Rs), univariate regression analysis, cross-tabulation analysis. The results are presented as the mean and standard deviation. The significance of differences was assessed by using the Mann–Whitney U-test.

Results. The left atrial appendage was single-lobed in 16.2% of cases, two-lobed in 62.2%, and three-lobed in 18.9%. The length of the orifice was 12.7 ± 4.03 mm, and the width was 9.5 ± 3.62 mm. The elliptical shaped orifices were 3.1 times more common than round ones (28/37 and 9/37, $p=0.0027$). In 17 of 28, oval orifices were located predominantly horizontally, in nine predominantly vertical, in one case obliquely. Vertically oriented orifices were significantly longer and slightly wider compared with others. The number of the left atrial appendage lobes was not a reliable predictor for the orifice shape ($p=0.055$). The size of the appendage orifice, variants of its shape and the distance to the left atrioventricular opening were unrelated to each other. The length and width of the orifice were correlated with each other (R_s 0.68) and correlated with the diameters of the left atrioventricular fibrous ring size. The orifice length correlated with the length of the ventricular complex (R_s 0.47) and heart width (R_s 0.53). The orifice width correlated only with the heart width (R_s 0.4) but not with other dimensions. As the length and width of the ventricular complex increased, the orifice length increased exponentially. The distance from the left atrial appendage orifice to the left atrioventricular opening did not depend on either the orifice shape or its orientation.

Conclusion. In a normal human adult heart, the shape of the left atrial appendage orifice was oval, less often round, and the size of the orifice depends on the length and the width of the ventricles.

Keywords: human anatomy, heart, left atrium, atrial auricle, atrial appendage.

For citation: Iakimov AA, Gaponov AA. Anatomical and morphometric variation of the orifice of the left atrial appendage. *Kazan Medical Journal*. 2022;103(1):69–78. DOI: 10.17816/KMJ2022-69.

Актуальность

Левое предсердие (ЛП) — камера сердца, которая изучена в наименьшей степени [1], однако анализ литературы показал, что в последнее десятилетие интерес к анатомии ЛП существенно возрос. В частности, увеличилось количество публикаций, посвящённых размерам ЛП, анатомии устьев лёгочных вен и левого ушка сердца (ЛУС) [2].

ЛУС — дополнительная полость ЛП. В отличие от правого ушка сердца ЛУС имеет в большинстве случаев хорошо выраженные устье и шейку, а также характеризуется различными вариантами формы. Хорошо изучено строение стенки ЛУС, есть данные о его размерах [1, 3–7], при этом исследования устья ЛУС представлены единичными публикация-

ми [8–10]. Клиническое значение исследований устья ЛУС обусловлено его анатомическими особенностями и состоит в том, что ЛУС нередко становится местом образования тромбов и источником тромбоэмболий большого круга кровообращения [11].

В литературе по нормальной анатомии нет данных о количественных соотношениях размеров устья ЛУС с соседними структурами сердца. Лишь в единичных источниках встречаются сведения о возрастной изменчивости параметров ЛУС, коррелятивных связях между размерами ЛУС и сердца [3]. Между тем, такие данные необходимы для формирования «цифровой платформы, характеризующей нормативные показатели строения тела человека на различных уровнях его организации», что

предусмотрено паспортом специальности «анатомия человека». Морфометрические исследования типовой и вариантной анатомии внутрисердечных структур позволят расширить представление о локальной конституции сердца и совершенствовать критерии его нормального строения.

С точки зрения клиницистов знание вариантов формы и размеров устья ЛУС, а также взаимосвязи его размеров с количеством долей ЛУС, размерами его шейки, левого предсердно-желудочкового отверстия и левого фиброзного кольца (ЛФК) и расстоянием до него, а также с габаритными размерами сердца важно для персонификации стратегии при установке окклюдеров и выполнении клипирования устья ушка с целью профилактики тромбоэмболических осложнений [2, 11].

Цель

Цель исследования — определить варианты формы и нормативные (референсные) значения размеров устья ЛУС и проанализировать зависимость этих размеров от количества долей ушка, габаритных размеров сердца, диаметров левого предсердно-желудочкового отверстия и расстояния от устья ушка до ЛФК.

Дизайн исследования — обсервационное, нерандомизированное. *Метод выборки* — сплошной. Исследование выполняли на базе кафедры анатомии человека Уральского государственного медицинского университета в период с февраля по июль 2021 г.

Материал и методы исследования

Препараты сердца (n=37) принадлежали умершим, тела которых не были востребованы для захоронения; возможность получения информированного согласия отсутствовала. При работе с секционным материалом учитывали требования ст. 5 ФЗ №8 «О погребении и похоронном деле» от 12.01.1996 (с изменениями, в действующей редакции).

Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом Уральского государственного медицинского университета (протокол №8 от 20 ноября 2020 г.).

Критерии включения в исследование:

- 1) типичное левостороннее положение сердца;
- 2) внешне обычно сформированное сердце;
- 3) конкордантное соотношение камер сердца и присердечных сосудов;
- 4) масса сердца 250–400 г.

Критерии ограничения:

- 1) возраст умерших младше 18 и старше 90 лет;

- 2) заболевание сердца в структуре патологоанатомического диагноза как основное, конкурирующее заболевание или осложнение основного заболевания;

- 3) выявление при вскрытии желудочков сердца макроскопических признаков осложнений ишемической болезни сердца, кардиомиопатий, заболеваний предсердно-желудочковых клапанов, признаков перенесённых операций на сердце;

- 4) повреждение или деформация ЛУС или его устья, в том числе вскрытие ЛУС при подозрении на тромбоэмболию из него при криптогенном инсульте;

- 5) нетипичное количество устьев лёгочных вен в стенке ЛП.

Препараты промывали в проточной воде, удаляли посмертные сгустки, фиксировали погружением в 10% формалин так, чтобы камеры сердца были максимально заполнены фиксатором.

Измеряли три габаритных размера сердца: длину желудочкового комплекса (от верхушки сердца до крайней правой точки луковички аорты в венечной борозде), ширину сердца (наибольшее расстояние между лёгочными поверхностями сердца тотчас ниже венечной борозды и параллельно ей), переднезадний размер сердца (наибольшее расстояние между грудно-рёберной и диафрагмальной поверхностями сердца на том же уровне перпендикулярно ширине).

Определяли количество долей ушка. Границей между долями считали вырезку на нижнем крае ЛУС, глубина которой была не менее 1/3 ширины ушка в месте локализации вырезки (рис. 1).

Если вырезок не было, ушко считали однодолевым. Далее срезали заднюю стенку («крышу») и частично нижнюю стенку ЛП. Стенки ЛП названы так, как они ориентированы у живого человека, находящегося в ортоградном положении. Измеряли наибольший и наименьший диаметры устья ЛУС (далее — его длину и ширину), кратчайшее расстояние от устья ЛУС до ЛФК, а также наибольший и наименьший диаметры левого предсердно-желудочкового отверстия.

Если длина устья превышала его ширину в 1,25 раза и более, устье считали овальным, при меньшем соотношении — круглым. Если длинная ось устья была параллельна условной межкомиссуральной линии (наибольшему диаметру) левого предсердно-желудочкового отверстия или отклонялась от неё не более чем на 20°, положение устья считали горизонтальным.



Рис. 1. Варианты формы левого ушка сердца: А — однодолевое; Б — двухдолевое; В — трёхдолевое. Вырезки, расположенные на нижнем крае (чёрный пунктир) и разделяющие ушко на доли, показаны стрелками

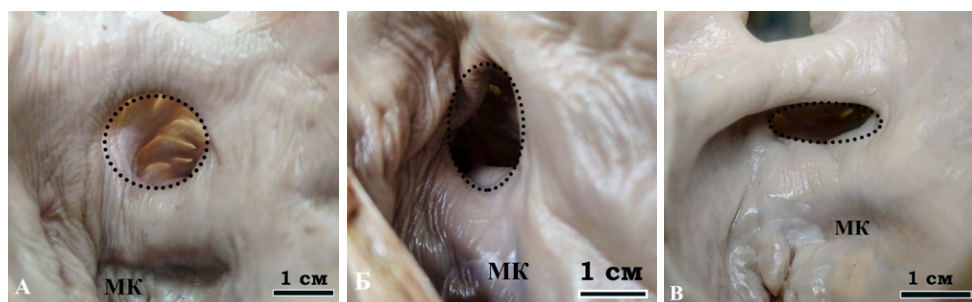


Рис. 2. Варианты формы устья левого ушка сердца (чёрный пунктир): А — круглое; Б — овальное, вертикально расположенное; В — овальное, горизонтально расположенное; МК — митральный клапан

Если угол между этой осью и межкомиссуральной линией варьировал от 70 до 110°, считали, что устье находится вертикально.

Использовали угломер 4УМ (МИК PRO, но-ниус 10', точность 1°). Для измерений линейных величин применяли чертёжный кронциркуль и электронный штангенциркуль ШЦЦ-1-200 0,01 (Челябинск, ЧИЗ; поверка 2018 г.). При морфометрии внутрисердечных структур иглы ножек кронциркуля размещали на точках морфометрии, после извлечения кронциркуля из ЛП штангенциркулем измеряли расстояния между концами игл (погрешность измерения 0,03 мм по ШЦЦ-1-200).

В программе Statistica 10.0 (StatSoft Inc, США) оценивали распределение значений по W-критерию Шапиро–Уилка. Для дисперсионного анализа использовали H-критерий Краскела–Уоллиса, далее для парных сравнений — U-критерий Манна–Уитни. Результаты представляли в виде среднего значения, его стандартного отклонения ($M \pm SD$), медианы (Me) и крайних значений. Определяли коэффициент корреляции Спирмена (R_s), выполняли однофакторный регрессионный анализ. Для анализа значимости различий частоты качественных признаков использовали метод кросс-табуляции. Уровень значимости α принимали равным 0,05.

Результаты

Ширина сердца составила $99,8 \pm 10,57$ мм (Me 98 мм), переднезадний размер — $60,5 \pm 10,87$ мм (Me 61,2 мм), длина желудочкового комплекса — $100,1 \pm 11,04$ мм (Me 100,9 мм). ЛУС могло быть однодолевым (6 из 37, 16,2%), трёхдолевым (7 из 37, 18,9%), но чаще всего состояло из двух долей (23 из 37, 62,2%; см. рис. 1). Двухдолевые ушки в 20 случаях из 23 прилегали к поверхности сердца, то есть располагались горизонтально, и лишь на 3 препаратах были ориентированы вертикально.

Овальные устья ЛУС встречались в 3,1 раза чаще, чем круглые (28 из 37 и 9 из 37, $p=0,0027$). В 17 случаях из 28 овальные устья были расположены преимущественно горизонтально, в 9 — преимущественно вертикально, в 1 случае — косо (рис. 2). Вертикально ориентированные устья по сравнению с другими группами были значимо длиннее (табл. 1), а также несколько шире ($U=41,0$; $p=0,059$), чем горизонтально ориентированные устья.

Методом кросс-табуляции показано, что устья овальной формы были более характерны для двухдолевых ушек, чем для однодолевых или трёхдолевых ($p=0,055$). При анализе размеров устья ушка установлено, что значения ширины устья трёхдолевых ушек по сравнению

Таблица 1. Значения размеров устья левого ушка сердца при разной форме устья и разной ориентации его длинной оси

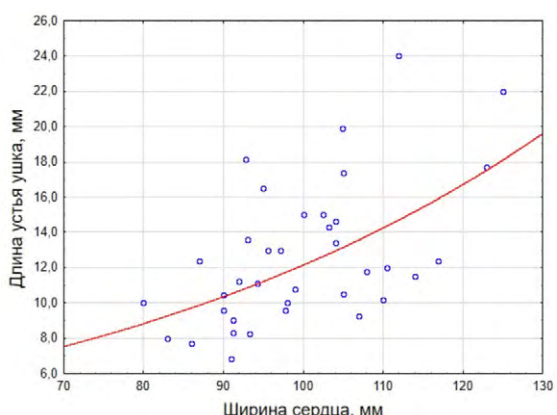
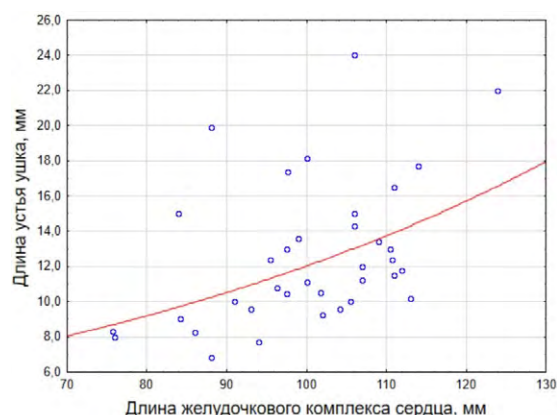
Размер устья, мм; статистический параметр		Овальное горизонтально расположенное устье	Овальное вертикально расположенное устье	Круглое устье	Н; р
Ширина	М (SD)	9,25 (4,05)	10,9 (3,83)	9,0 (2,56)	2,89; 0,24
	Ме	7,65	10,0	8,45	
Длина	М (SD)	12,7 (4,08)	15,3* (4,08)	10,1* (2,46)	9,65; 0,008
	Ме	11,2	14,3	9,8	

Примечание: *различия значимы при величине U-критерия Манна–Уитни 10,0; $p=0,005$; М (SD) — среднее значение и его стандартное отклонение; Ме — медиана; Н — критерий Краскела–Уоллиса; р — уровень значимости.

Таблица 2. Значения размеров устья левого ушка в сердцах с разным количеством долей этого ушка

Размер устья, мм; статистический параметр		Количество долей ушка			Объединённое значение выборки
		одна	две	три	
Ширина	М (SD)	7,3 (1,49)	9,1 (2,91)	12,9 (5,13)	9,5 (3,62)
	Ме	6,77*	8,0	12,0*	8,0
Длина	М (SD)	10,3 (3,03)	12,4 (3,36)	15,7 (5,63)	12,7 (4,03)
	Ме	8,94	11,5	14,6	11,8

Примечание: *различия значимы при величине U-критерия Манна–Уитни 5,0; $p=0,027$; М (SD) — среднее значение и его стандартное отклонение; Ме — медиана.

**Рис. 3.** Зависимость длины устья левого ушка сердца от длины желудочкового комплекса и ширины сердца

с аналогичным параметром однодолевых ушек были в 1,8 раза больше ($N=6,82$, $p=0,033$; $U=5,0$, $p=0,027$). Между значениями длин устьев ушек с разным количеством долей статистически значимых различий не выявлено (табл. 2).

Значения длины и ширины устья ЛУС формировали корреляционную пару между собой ($R_s=0,68$). Кроме того, длина устья ЛУС коррелировала с длиной желудочкового комплекса ($R_s=0,47$) и шириной сердца ($R_s=0,53$), значения ширины устья из трёх габаритных размеров сердца формировали корреляционную пару только с шириной сердца ($R_s=0,4$). По мере увеличения длины и ширины желудочкового комплекса длина устья ЛУС возрастала экспоненциально (рис. 3). Зависимость длины устья ЛУС от размеров сердца можно описать следующими уравнениями.

$$(1) L=3,1525 \times e^{(0,0134X_1)},$$

$$(2) L=2,4634 \times e^{(0,016X_2)},$$

где L — длина устья ушка; X_1 — длина желудочкового комплекса; X_2 — ширина сердца.

Расстояние от устья ЛУС до ЛФК варьировало от 4,33 до 20 мм ($11,7 \pm 3,02$ мм). Устья оваль-

ной и круглой формы находились на одинаковом расстоянии от ЛФК ($U=110$, $p=0,49$), при этом положение устья (горизонтальное или вертикальное) не имело значения ($H=0,49$; $p=0,77$). Малый и большой диаметры ЛФК были равны соответственно $19,9\pm 4,45$ мм (Ме 18,9 мм) и $29,8\pm 5,54$ мм (Ме 29 мм). Между обоими диаметрами ЛФК и обоими размерами устья ЛУС выявлена прямая корреляция средней силы ($R_s=0,36-0,53$).

Обсуждение

Проводя исследование, мы хотели ответить на вопросы о том, каков диапазон изменчивости размеров устья уха, а также существуют ли какие-то варианты формы и положения этого устья, которые можно было бы определить, исходя из объективных морфометрических параметров. Полученные данные позволили утверждать — такие варианты существуют.

Конкретизирована степень изменчивости длины и ширины устья уха. Установлено, что длина устья превышала его ширину в 1,3–1,5 раза. По данным литературы, длина и ширина устьев овальной формы были равны $14,23\pm 4,2$ и $11,66\pm 3,5$ мм соответственно, а диаметр круглых устьев составлял $14,56\pm 2,6$ мм [7]. По другим данным, диаметр устья ЛУС в среднем составлял $13,3\pm 0,2$ мм и варьировал от 9–10 до 15–18 мм [9, 12].

К. Piątek-Koziej и соавт. (2020) на 200 анатомических препаратах измерили диаметр устья ЛУС только в одном направлении (параллельно ЛФК), а также изучили анатомию участка стенки ЛП между устьем ЛУС и устьем левой нижней лёгочной вены и установили, что диаметр устья ЛУС зависел от рельефа этого перешейка. В группе сердец с левым латеральным гребнем в этом перешейке диаметр устья ЛУС составил $12,9\pm 4,6$ мм и был больше аналогичного диаметра в группе сердец без гребня ($11,6\pm 4,4$ мм, $p=0,032$). Значения длины устья ЛУС, полученные в настоящем исследовании, согласуются с данными этих работ [9, 10, 12].

По нашим данным, самое узкое устье имело ширину 5,6 мм, близкие к этому значения приведены К. Piątek-Koziej и соавт. (2020) (4,5 и 4,7 мм), S. Whiteman и соавт. (2019) (5,0 мм), М. Panyawongkhanti и соавт. (2020) (6,7 мм) [2, 7, 10].

Согласно С.С. Михайлову (1987), устье ЛУС с максимальным диаметром менее 10 мм встречалось в 4% случаев [5]. Длина самого большого устья, по нашим данным, была равна 24 мм. Это практически совпало с максимальным значением диаметра устья ЛУС,

которое М. Panyawongkhanti и соавт. (2020) получили при изучении секционного материала (23,9 мм), а Р. Su и соавт. (2008) определили при измерении слепков ЛП (24,1 мм) [7, 8], но эти данные уступали значениям, которые были получены в работах J.A. Cabrera и соавт. (2008) и G. Nucifora и соавт. (2011) [13, 14].

При чреспищеводном исследовании ЛП длина устья ЛУС была равна $22,3\pm 4,5$ мм, ширина составила $16,5\pm 4,3$ мм [14]. При изучении условно нормальных секционных препаратов длина продольной оси устья ЛУС составила $24,5\pm 3,5$ мм (крайние значения 18,3–28,5 мм), длина поперечной оси была равна $19,4\pm 2,5$ мм (12,5–23,2 мм) [13]. Максимальный диаметр устья ЛУС мог достигать 31,7 мм [7] и даже 40 мм [2]. Диаметр устья составлял от 21 до 30 мм в 30% случаев, а на 2% препаратов находился в интервале от 30 до 40 мм [5]. Столь явные различия мы можем объяснить тем, что эти работы могли быть выполнены на неоднородных выборках, в которые входили препараты как с патологией сердца, так и без неё.

Из монографии Г.Н. Бородиной и соавт. (2012) известно о существовании коррелятивных связей между размерами сердца и его ушек. Доказано, что эти связи наиболее сильны в первом и втором периодах зрелого возраста [3]. В настоящем исследовании уточнено, что зависимость длины устья ЛУС от основных габаритных размеров сердца лучше всего описывается экспоненциальной функцией. Это значит, что даже небольшое увеличение длины и ширины желудочкового комплекса будет сопровождаться существенным увеличением устья ЛУС.

Увеличение массы и габаритных размеров сердца выше условно нормальных бывает проявлением многих патологических процессов. Как отметил С.С. Михайлов (1987), «у лиц, имевших заболевания сердца, устье ЛУС имеет несколько большие размеры» [5, с. 69]. Влияние патологии сердца, прежде всего фибрилляции предсердий, пороков сердца, гипертрофии и дилатации левого желудочка, на размеры ЛП и ЛУС показано в ряде работ [12–15].

J.A. Cabrera и соавт. (2008) сравнили больший и меньший диаметры устья ЛУС у пациентов со структурной патологией сердца ($n=7$) и без неё ($n=33$) и обнаружили, что оба диаметра увеличивались при патологии по сравнению с контролем ($p < 0,001$). Малое количество наблюдений в группах и разнородная нозологическая структура патологии снижают ценность этих результатов [13].

W. Du и соавт. (2020) проанализировали размеры ЛП у 108 пациентов, которым выполнили

радиочастотную катетерную абляцию по поводу фибрилляции предсердий. Через 12 мес после вмешательства у 24 человек был отмечен рецидив аритмии. Обследование пациентов методами компьютерной томографии и ультразвуковым методом показало, что при рецидиве фибрилляции предсердий площадь устья и короткая ось устья ЛУС были значимо больше, чем у пациентов без рецидива [15]. Среди пациентов с фибрилляцией предсердий по сравнению с теми, у кого эта патология отсутствовала, устья ЛУС обычно были более крупными и чаще имели круглую форму [14].

В настоящем исследовании выявлено, что для устьев ЛУС в условно нормальном сердце характерна скорее овальная, нежели круглая форма. К таким же выводам пришли А.Р. Stepanchuk и соавт. (2018) [9]. Исключительно овальная форма устья была выявлена при изучении как влажных, так и коррозионных препаратов [8, 12]. По другим данным, «форма отверстия ЛУС чаще щелевидная или овальная с большим вертикальным диаметром» [5, с. 68]. Мы не встречали устьев ЛУС, форму которых могли бы назвать щелевидной.

На секционном материале сердца людей 30–107 лет ($n=65$) круглые устья встречали в 44,6% случаев, овальные — в 55,4% [7]. Круглые устья, равно как устья овальной формы, горизонтальные и вертикальные, находились на одинаковом удалении от ЛФК. По данным D. Dudkiewicz и соавт. (2021), расстояние от устья ЛУС до ЛФК было равно $14,2 \pm 4,8$ мм [16], что приблизительно в 1,2 раза превышало значение того же параметра, полученное в настоящем исследовании. Наши данные о средней величине и диапазоне вариации значений расстояния от устья ЛУС до ЛФК близки к результатам, приведённым в монографии С.С. Михайлова (1987). Согласно этому автору, указанное расстояние в 82,4% случаев составило 10–20 мм и зависело от длины сердца [5].

Устье ЛУС чаще овальное, но форма большинства окклюдеров округлая. Для персонализированного подбора окклюдеров, а также для разработки и установки окклюдеров типа «сэндвич» важно знать, как соотносятся анатомические характеристики устья с размерами шейки и количеством долей ЛУС [11]. Согласно полученным данным, устья овальной формы были более характерны для двухдолевых ЛУС, но уровень значимости ($p=0,055$) не позволяет утверждать, что количество долей ушка служит надёжным предиктором для определения формы его устья.

К. Słodowska и соавт. (2021) сравнили три варианта формы ЛУС, различавшиеся по коли-

честву и взаимному положению долей, и выявили различия между внешними размерами ЛУС, относившихся к разным вариантам. При этом ни форма, ни размеры устья ЛУС не были ассоциированы с каким-либо вариантом формы ЛУС [17], что согласуется с нашими результатами.

R. Kamiński и соавт. (2015) изучили 100 препаратов ЛУС людей 18–77 лет и выделили четыре варианта ушек, различавшихся по количеству долей и их направлению. Параметром, который эти исследователи определяли в устье ЛУС, был его наибольший диаметр. В большинстве случаев этот диаметр варьировал от 12 до 16 мм [6], что несколько больше результатов, полученных нами (см. табл. 2). Главной причиной этих различий мы склонны считать различия массы изученных препаратов: в работе [6] масса сердца могла достигать 490 г, что с высокой долей вероятности свидетельствовало о сердечной патологии.

Средние значения диаметра устья ЛУС варьировали от $14 \pm 1,3$ мм у двухдолевых ушек с дистальной долей, обращённой вверх (тип 3), до $19,4 \pm 4,2$ мм у двухдолевых ушек с дистальной долей, обращённой вниз (тип 1). Средние значения диаметра устья ушек, состоявших из трёх долей (типы 2 и 4), находились в пределах этого интервала [6]. Отсутствие в работе R. Kamiński и соавт. (2015) описания дизайна и процедуры статистической обработки полученных данных существенно снижает их достоверность и, в частности, не позволяет судить о взаимозависимости между формой ЛУС и размерами его устья.

Следует обратить внимание на выявленное в работе постоянство соотношений между размерами устья ЛУС и обоими диаметрами ЛФК. Публикаций, в которых содержалась бы информация о сопоставлении размеров этих структур, нам обнаружить не удалось. При реконструктивных операциях на митральном клапане целесообразно ориентироваться на эти соотношения как на морфометрический критерий гармоничности строения и, следовательно, анатомическую предпосылку оптимального функционирования органа. С позиций фундаментальной науки зависимости между размерами устья ЛУС и диаметрами ЛФК, как и корреляционные связи между размерами ЛУС, смежными морфометрическими параметрами и размерами сердца в целом, вероятно, можно считать проявлением общебиологического принципа координированного роста и развития анатомических образований, структурно и топографически соподчинённых и ха-

рактизирующихся единством происхождения, и потому можно рассматривать как объективные критерии нормального строения сердца.

Ограничения исследования

На всех этапах работы мы старались обеспечить максимальное соответствие исследования современным принципам доказательной морфологии. Тем не менее, считаем важным отметить ряд моментов, которые могут повлиять на интерпретацию результатов.

Изучены препараты, фиксированные в 10% водном растворе формалина. Фиксация неизбежно проявляется усадкой тканей. Это ограничение мы не считаем существенным, так как доказано, что уменьшение размеров макроанатомических структур сердца, обусловленное фиксацией, находится в пределах статистической погрешности [18].

Количество наблюдений в работе невелико. Это потребовало использования непараметрических критериев анализа данных, мощность которых меньше, чем у параметрических. Нельзя исключить, что при увеличении количества наблюдений будут получены другие результаты как за счёт уменьшения дисперсии значений относительно среднего, так и за счёт выявления тех фактически существующих различий, которые, возможно, в данной работе выявить не удалось. Мы считаем, что полученные результаты нужно рассматривать как предварительные. Сделанные выводы обоснованы, но пока не носят характер закономерностей.

Мы считали устье ЛУС круглым или овальным на основании соотношений его длины и ширины. Величина этого соотношения (1,25) была выбрана нами произвольно. Также произвольно были выбраны критерии (угловые значения), по которым мы считали устье овальной формы ориентированным горизонтально или вертикально. Очевидно, что изменение критериев повлекло бы за собой изменение результатов. Однако во всех известных нам работах эти параметры определяли субъективно. Настоящее исследование стало первым, где эти параметры определены при помощи объективных морфометрических критериев.

Пациенты, препараты которых вошли в исследование, находились на лечении и скончались в городских больницах общего профиля. По степени тяжести состояния эти пациенты, скорее всего, отличались от тех, кто был выписан как в связи с выздоровлением, так и в связи с ухудшением и переводом в медицинское учреждение более высокого уровня, а также от тех, кто находился с такой же патологией на

дому. Выводы, полученные в настоящей работе, касаются лишь определённого контингента пациентов.

Причиной смерти в 51,4% случаев была коронавирусная инфекция 2019 (COVID-19). Поражения сердца регистрируют у 19% пациентов, госпитализированных с COVID-19 [19]. В литературе есть единичные данные о COVID-19-ассоциированном миокардите и ремоделировании правого желудочка [19]. В выборочную совокупность мы включали препараты только в тех случаях, когда по результатам обследования, выполненного в стандартном объёме, такие поражения были исключены, но есть вероятность, что какие-то патологические изменения не были обнаружены. Возможно, расширенный объём клинического, параклинического и патоморфологического исследования выявил бы фактически существующие повреждения миокарда. Ограничение, связанное с возможным влиянием COVID-19 на анатомические параметры ЛУС, мы не считаем существенным: известные COVID-19-ассоциированные поражения сердца не имеют прямой патогенетической связи с изменением размеров устья ушка. Тем не менее, изучение влияния COVID-19 на структурную организацию ЛП на всех уровнях, от молекулярного до органного, представляется перспективным.

Заключение

ЛУС может состоять из одной или нескольких долей, а форма устья ушка может быть круглой или овальной. ЛУС, состоящие из двух долей, встречаются чаще, чем однодолевые и трёхдолевые. Овальные устья встречаются в 3,1 раза чаще, чем круглые. Устье трёх долевого ушка в 1,8 раза шире, чем устье одно долевого ушка. Количество долей ушка не служит надёжным предиктором формы устья ушка. Зависимость между размерами устья ушка, вариантами его формы и расстоянием от устья до левого предсердно-желудочкового отверстия не обнаружена.

Выявлены корреляционные и регрессионные связи между размерами устья ушка, левого предсердно-желудочкового отверстия, длиной и шириной желудочкового комплекса сердца. Эти связи можно рассматривать как проявление общебиологического закона координированного роста и гармоничного строения органа и внутриорганных структур.

Полученные в работе количественные значения размеров устья ЛУС можно использовать как референсные параметры нормального строения сердца.

Участие авторов. А.А.Я. — руководство работой, разработка концепции и дизайна исследования, информационный поиск, анализ данных, написание текста статьи; А.А.Г. — информационный поиск, изготовление препаратов и фотографий, выполнение измерений, анализ данных.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с выполнением настоящего исследования.

Благодарность. Мы выражаем искреннюю признательность нашим коллегам-патологам за помощь при отборе материала для исследования. Авторы выражают признательность лаборанту Анастасии Игоревне Пасхиной за помощь при работе с анатомическими препаратами сердца, а также Марии Евгеньевне Носковой за внимательное прочтение текста статьи и конструктивные замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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. *Современные проблемы науки и образования*. 2015;(5):146–155. [Chaplygina EV, Kaplunova OA, Evtushenko AV, Karakozova EA, Markevich AV, Shvyrev AA, San'kova IV. Applied aspects of the anatomical structure of the human's heart left atrium. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015;(5):146–155. (In Russ.)]
2. 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.
3. Бородин Г.Н., Высоцкий Ю.А., Лебединский В.Ю. *Ушки сердца. Строение и функции*. Saarbrücken: LAP LAMBERT; 2012. 273 с. [Borodina GN, Vysotskiy YuA, Lebedinskiy VYu. *Ushki serdtsa. Stroenie i funktsii*. (Auricles of the heart. Structure and function.) Saarbrücken: LAP LAMBERT; 2012. 273 p. (In Russ.)]
4. Бородин Г.Н., Лебединский В.Ю., Высоцкий Ю.А. Морфологические основы гемодинамики в ушках сердца. *Медицина и образование в Сибири*. 2014;(2):137–140. [Borodina GN, Lebedinskiy VYu, Vysotskiy YA. Morphological bases of haemodynamics in atrial auricles. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri*. 2014;(2):137–140. (In Russ.)]
5. Михайлов С.С. *Клиническая анатомия сердца*. М.: Медицина; 1987. с. 59–71. [Mikhaylov SS. *Klinicheskaya anatomiya serdtsa*. (Clinical anatomy of the heart.) Moscow: Meditsina; 1987. p. 59–71. (In Russ.)]
6. Kamiński R, Kosiński A, Brała 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.
7. Panyawongkhanti M, Fuktonphan P, Chentanez V. Morphometric study of the left atrial appendage related to closure device deployment: a cadaveric study in Thai population. *Folia Morphol (Warsz)*. 2020;79(1):79–85. DOI: 10.5603/FM.a2019.0066.
8. Su P, McCarthy KP, Ho SY. Occluding the left atrial appendage: anatomical considerations. *Heart*. 2008;94(9):1166–1170. DOI: 10.1136/hrt.2006.111989.
9. Stepanchuk AP, Royko NV, Fylenko BM, Pryshlyak AM. 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. Piątek-Koziej K, Hołda J, Tyrak K, Bolechała F, Strona M, Koziej M, Lis M, Jasińska KA, Hołda MK. Anatomy of the left atrial ridge (coumadin ridge) and possible clinical implications for cardiovascular imaging and invasive procedures. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020;31(1):220–226. DOI: 10.1111/jce.14307.
11. De Backer O, Arnous S, Ihlemann N, Vejlsstrup N, Jørgensen E, Pehrson S, Krieger TDW, Meier P, Søndergaard L, Franzen OW. Percutaneous left atrial appendage occlusion for stroke prevention in atrial fibrillation: an update. *Open Heart*. 2014;1(1):e000020. DOI: 10.1136/openhrt-2013-000020.
12. Степанчук А.П., Тихонова О.А., Солдатов А.К. Строение ушек сердца в норме и при комбинированном митральном пороке. *Вестник проблем биологии и медицины*. 2012;1(2):149–153. [Stepanchuk AP, Tikhonova OA, Soldatov AK. The structure human heart auricles norm and combined mitral defect. *Vestnik problem biologii i meditsiny*. 2012;1(2):149–153. (In Russ.)]
13. Cabrera JA, Ho SY, Climent V, Sánchez-Quintana D. The architecture of the left lateral atrial wall: A particular anatomic region with implications for ablation of atrial fibrillation. *Eur Heart J*. 2008;29(3):356–362. DOI: 10.1093/eurheartj/ehm606.
14. Nucifora G, Faletra FF, Regoli F, Pasotti E, Pedrazzini G, Moccetti T, Auricchio A. Evaluation of left atrial appendage with real-time 3-dimensional transesophageal echocardiography: Implication for catheter based left atrial appendage closure. *Circulation*. 2011;4(5):514–523. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.111.963892.
15. Du W, Dai M, Wang M, Gong Q, Ye TQ, Wang H, Luo CD. Large left atrial appendage predicts the ablation outcome in hypertensive patients with atrial fibrillation. *J Electrocardiol*. 2020;63:139–144. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2020.07.017.
16. Dudkiewicz D, Słodowska K, Jasińska KA, Dobrzynski H, Hołda MK. 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(3):100102. DOI: 10.1016/j.tria.2020.100102.
17. Słodowska K, Szczepanek E, Dudkiewicz D, Hołda J, Bolechała F, Strona M, Lis M, Batko J, Koziej M, Hołda MK. Morphology of the left atrial appendage: Introduction of a new simplified shape-based classification system. *Heart, Lung and Circulation*. 2021;30(7):1014–1022. DOI: 10.1016/j.hlc.2020.12.006.
18. Hołda MK, Klimek-Piotrowska W, Koziej M, Piatek K, Hołda J. Influence of different fixation protocols on the preservation and dimensions of cardiac tissue. *J Anat*. 2016;229(2):334–340. DOI: 10.1111/joa.12469.
19. Коган Е.А., Березовский Ю.С., Проценко Д.Д., Багдасарян Т.Р., Грецов Е.М., Демура С.А., Демяшкин Г.А., Калинин Д.В., Куклева А.Д., Курилина Э.В., Некрасова Т.П., Парамонова Н.Б., Пономарев А.Б., Раденска-Лоповок С.Г., Семёнова Л.А., Тертычный А.С. Патологическая анатомия инфекции, вызванной SARS-CoV-2. *Судебная медицина*. 2020;6(2):8–30. [Kogan EA, Berezovsky YS, Protsenko DD, Bagdasaryan TR, Gretsov EM, Demura SA, Demyashkin GA, Kalinin DV, Kukleva AD, Kurilina EV, Nekrasova TP, Paramonova NB, Ponomarev AB, Radenska-Lopovok SG, Semyonova LA, Tertychny AS. Pathological anatomy of infection caused by SARS-CoV-2. *Sudebnaya meditsina*. 2020;6(2):8–30. (In Russ.)] DOI: 10.19048/2411-8729-2020-6-2-8-30.

Сведения об авторах

Якимов Андрей Аркадьевич, канд. мед. наук, доц., каф. анатомии человека, ФГБОУ ВО Уральский ГМУ Минздрава России; каф. медицинской биохимии и биофизики, Уральский Федеральный университет; Ayakimov07@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8267-2895>

Гапонов Антон Александрович, асп., асс., каф. анатомии человека, ФГБОУ ВО Уральский ГМУ Минздрава России; gagaponov@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6681-7537>

Author details

Andrei A. Iakimov, MD, Cand.Sci. (Med.), Assoc. Prof., Depart. of Human Anatomy, Ural State Medical University; Department of Medical Biochemistry and Biophysics, Ural Federal University; Ayakimov07@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8267-2895>

Anton A. Gaponov, MD, Assistant, PhD stud., Depart. of Human Anatomy, Ural State Medical University; gagaponov@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6681-7537>