

Морфометрическая характеристика левого предсердия взрослого человека

Антон Александрович Гапонов¹, Мария Евгеньевна Носкова¹,
Андрей Аркадьевич Якимов^{1,2*}

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

²Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия

Реферат

Цель. На модели конечно-диастолической фазы предсердий определить габаритные размеры левого предсердия, их соотношения и взаимосвязи, характеризующие варианты нормального анатомического строения этой камеры сердца у взрослого человека.

Методы. Изучили 54 анатомических препарата сердца людей 35–88 лет, умерших от причин, не связанных с болезнями сердца. На препаратах, фиксированных в 1% формалине, моделировали фазу диастолы левого предсердия, заполняя его силиконом. После отвердевания силикона штангенциркулем выполняли морфометрию. Для обработки данных применили кластерный, корреляционный и дисперсионный анализ, для попарного сравнения использовали U-тест Манна–Уитни, двусторонний t-тест.

Результаты. В статье представлены средние значения, их стандартные отклонения, медианы, 25-й и 75-й процентиля и коэффициенты вариации показателей длины, ширины и сагиттального размера левого предсердия, значения расстояний между устьями лёгочных вен, характеризующие размеры задней стенки предсердия. На основании различий размеров левого предсердия и их соотношений препараты были разделены на три кластера. Первый ($n_1=23$) и второй ($n_2=10$) кластеры были представлены сердцами с предсердием кубической формы, вторая группа отличалась от первой большими размерами левого предсердия. В третий кластер ($n_3=21$) вошли сердца, у которых наибольшим размером левого предсердия была ширина, поэтому форма этого предсердия напоминала параллелепипед. Типичное количество устьев лёгочных вен выявлено на 91% препаратов. Задняя стенка левого предсердия при типичном количестве и положении устьев лёгочных вен имела форму прямоугольника либо неравнобокой трапеции. Проанализированы корреляционные взаимосвязи между размерами сердца, левого предсердия и его задней стенки. Конкретизирован понятийный аппарат, касающийся номенклатуры и терминологии анатомических структур левого предсердия.

Вывод. На основании соотношения размеров можно выделить два варианта формы тела левого предсердия: кубический и в форме параллелепипеда; предсердия кубической формы можно разделить на большие и малые; наиболее сильные корреляционные связи характерны для сонаправленных размеров тела левого предсердия и его задней стенки.

Ключевые слова: анатомия человека, анатомические варианты, сердце, предсердия, левое предсердие, лёгочные вены.

Для цитирования: Гапонов А.А., Носкова М.Е., Якимов А.А. Морфометрическая характеристика левого предсердия взрослого человека. *Казанский мед. ж.* 2021; 102 (5): 678–686. DOI: 10.17816/KMJ2021-678.

Morphometrical observation on the left atrium in human adults

A.A. Gaponov¹, M.E. Noskova¹, A.A. Yakimov^{1,2}

¹Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia;

²Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Abstract

Aim. To determine the left atrial dimensions, their ratios and relationships that characterize anatomy for left atrium structure in the normal human adult using the model of the atrial end-diastolic phase.

Methods. We studied 54 heart specimens of subjects aged 35–88 years who died from non-cardiac causes.

The atrial end-diastolic phase was modeled by filling a specimen fixed in 1% formalin with liquid silicone. After silicone hardened, we performed morphometric measurements by a caliper. The data were processed by using a cluster, correlation and variance analysis. For pairwise comparison, we used the Mann–Whitney U-test or a two-sided t-test.

Results. The article presents mean, standard deviation, median, 25th percentile and 75th percentile and coefficients of variation for the length, width and sagittal size of the left atrium, as well as the values of the distances between the pulmonary vein orifices, which characterize the dimensions of the left atrium posterior wall. Based on the left atrial size differences and their ratios, the specimens were divided into three clusters. The first ($n_1=23$) and second clusters ($n_2=10$) were represented by hearts with a cubic atrium; the second group differed from the first in the larger size of the left atrium. The third cluster ($n_3=21$) included the hearts in which the largest left atrium size was the width, so the shape of the atria resembled a parallelepiped. The typical number of the pulmonary vein ostia we found in 91% of the specimens. The posterior wall of the left atrium, with a common number and topography of the ostia, were rectangle or an unequal trapezium in shape. We analyzed correlations between the sizes of the heart, left atrium and its posterior wall. We concretized the conceptual apparatus concerning the nomenclature and terminology of the left atrium anatomical structures.

Conclusion. Based on the size ratio, two shape variations of the left atrium body can be identified: cubic or parallelepiped; cubic atria can be divided into large and small; the co-directional dimensions of the left atrial body and its posterior wall showed the strongest correlations.

Keywords: human anatomy, anatomical variants, heart, atria, left atrium, pulmonary veins.

For citation: Gaponov A.A., Noskova M.E., Iakimov A.A. Morphometrical observation on the left atrium in human adults. *Kazan Medical Journal.* 2021; 102 (5): 678–686. DOI: 10.17816/KMJ2021-678.

Актуальность. Информация о референсных (нормативных, условно-нормальных) размерах камер сердца необходима для точной дифференциальной диагностики сердечной патологии. Известно, что увеличение размеров левого предсердия (ЛП) ассоциировано с пороками клапанов, фибрилляцией предсердий, кардиомиопатиями [1–3].

В последние годы увеличилось количество публикаций, в которых представлены референсные значения параметров ЛП, полученные методами ультразвуковой и лучевой диагностики, при этом основное внимание уделяют габаритным размерам и объёмным характеристикам этой камеры [1–5]. Как показал выполненный нами информационный поиск в e-library, PubMed, Scopus и Web of Science, среди анатомических структур ЛП наибольшее количество публикаций посвящено левому ушку сердца, в то время как изучению собственно ЛП (его тела) уделяют меньшее внимание.

В последнее десятилетие опубликован ряд обзорных статей по анатомии ЛП [5–9]. В частности, в статье D. Dudkiewicz и соавт. (2021) представлены сведения о длине линии, соединяющей устья верхних лёгочных вен (roof line) [9], но детальная информация о референсных морфометрических параметрах ЛП и вариантах его формы в литературе отсутствует.

Между тем, количественные данные о размерах ЛП важны в рентгенэндовазкулярной кардиохирургии, будут востребованы специа-

листами интервенционной кардиологии и аритмологии при планировании радиочастотной абляции. Определение количественных границ диапазона изменчивости этих параметров, их соотношений с габаритными размерами тела ЛП конкретизирует и дополнит представление об условной норме в кардиоморфологии.

Цель исследования — на модели конечно-диастолической фазы предсердий определить габаритные размеры ЛП, их соотношения и взаимосвязи, характеризующие варианты нормального анатомического строения этой камеры сердца у взрослого человека.

Материал и методы исследования. Тип исследования — описательное, нерандомизированное. Исследование выполнено на 54 анатомических препаратах сердца взрослого человека на кафедре анатомии человека Уральского государственного медицинского университета в период с января по апрель 2021 г. Препараты сердца принадлежали умершим, тела которых не были востребованы для захоронения; возможность получения информированного согласия отсутствовала. При работе с секционным материалом учитывали требования статьи 5 ФЗ №8 «О погребении и похоронном деле» от 12.01.1996 (с изм. и доп. от 01.01.2017).

Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол №8 от 20 ноября 2020 г.).

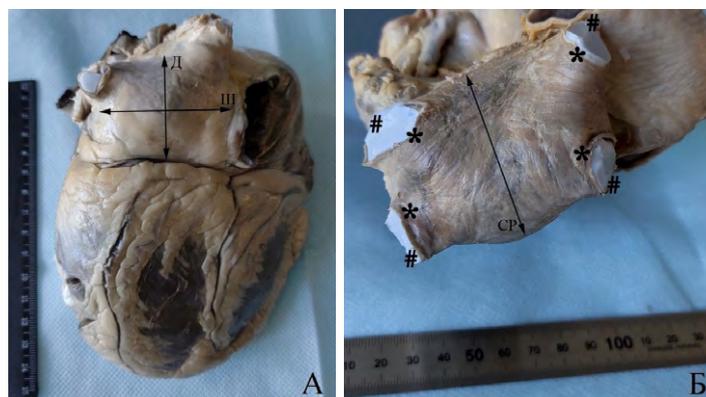


Рис. 1. Ориентиры для морфометрии левого предсердия. Вид со стороны диафрагмальной поверхности (рис. 1, А) и со стороны задней стенки левого предсердия. Левое предсердие заполнено силиконом, на рис. 1, Б миокард отпрепарирован. Д — длина; Ш — ширина; СР — сагиттальный размер левого предсердия. Знаками * и # отмечены участки устьев лёгочных вен, между которыми измеряли соответственно внутренние и наружные размеры задней стенки левого предсердия

Критерии включения материала в исследование:

- 1) смерть от причин, не связанных с болезнями сердца;
- 2) типичное левостороннее положение сердца;
- 3) внешне обычно сформированное сердце;
- 4) конкордантное соотношение камер сердца и присердечных сосудов;
- 5) масса сердца 250–400 г.

Критерии невключения:

- 1) возраст умерших младше 18 и старше 90 лет;
- 2) макроскопические признаки осложнений ишемической болезни сердца, деформирующих заболеваний предсердно-желудочковых клапанов, перенесённые операции на сердце;
- 3) вскрытие левого ушка сердца при подозрении на тромбоэмболию из него при криптогенном инсульте;
- 4) повреждение или деформация ЛП.

Морфометрию выполняли на влажных препаратах, на которых за счёт заполнения полости ЛП силиконом моделировали фазу диастолы ЛП. Для этого препараты после эвисцерации тщательно отмывали от сгустков, хранили в 1% растворе формалина до 5 сут. Затем препараты полностью отмывали от формалина, после чего левый желудочек и правое предсердие тампонировали ватой, полость ЛП через устье правой верхней лёгочной вены (ЛВ) заполняли жидким силиконом Super Mold 10 с отвердителем в соотношении 100:2. На время отвердевания силикона препараты подвешивали так, чтобы нижняя стенка ЛП была приподнята над плоскостью стола на 10–15°, что максимально близко к естественному положению сердца у человека, находящегося в ортоградном положении. После отвердевания силикона со стенок

ЛП препарированием удаляли остатки тканей средостения.

Морфометрию выполняли электронным штангенциркулем ШЦЦ-1-250 0,01 (Челябинск, ЧИЗ; точность 0,03 мм). Длину сердца измеряли от верхушки сердца до устья верхней полой вены, ширину и переднезадний размер сердца — на уровне венечной борозды во взаимно перпендикулярных направлениях. Длину и ширину ЛП измеряли на нижней (диафрагмальной) стенке ЛП перпендикулярно друг другу. Длину ЛП измеряли от середины линии перехода задней стенки ЛП (его «крыши») в нижнюю стенку до середины левой половины венечной борозды. Ширину ЛП измеряли от наиболее латеральной точки ЛП параллельно венечной борозде до проекции межпредсердной перегородки в задней межпредсердной борозде (борозде Уотерстоуна). Сагиттальный размер ЛП измеряли как расстояние между наиболее удалёнными друг от друга точками нижней (диафрагмальной) стенки ЛП и стенки, обращённой в поперечную пазуху перикарда (рис. 1).

Также измеряли расстояния между точками устья каждой ЛВ, наиболее близкими к центру задней стенки («крыши») ЛП (внутренние расстояния) и наиболее удалёнными от этой стенки (наружные расстояния). Наружный и внутренний периметры задней стенки ЛП находили путём суммирования соответствующих расстояний.

В программе Statistica 10.0 (StatSoft Inc, USA) оценивали характер распределения признаков с использованием W-критерия Шапиро–Уилка. Если распределение отличалось от нормального, результаты представляли только в виде медианы (Me), 25-го и 75-го перцентилей (p_{25} , p_{75}) и крайних значений. Если распределение опи-

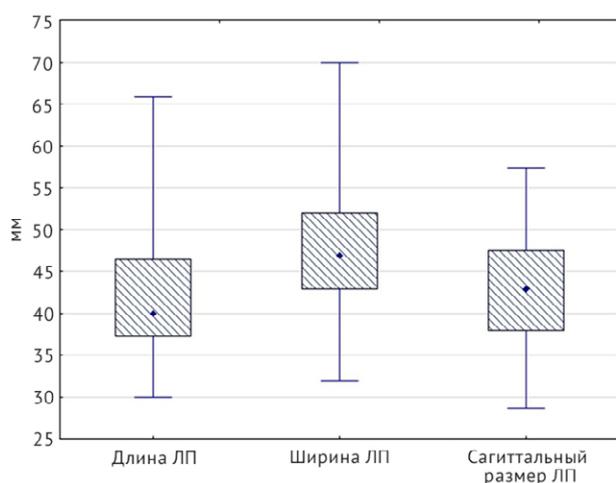


Рис. 2. Габаритные размеры тела левого предсердия сердца (ЛП). Данные представлены в виде медиан (точки в прямоугольниках), 25-го и 75-го перцентилей (соответственно нижняя и верхняя границы прямоугольников) и крайних значений (отрезки)

сывалось нормальным законом, помимо вышеуказанных параметров, результаты представляли в виде среднего значения и его стандартного отклонения ($M \pm SD$). Вычисляли коэффициент вариации. Для дисперсионного анализа использовали Н-критерий Краскела–Уоллиса, далее для попарного сравнения в зависимости от характера распределения применяли двусторонний t-тест или U-критерий Манна–Уитни. Для определения количества вариантов формы ЛП использовали многомерный кластерный анализ (метод k-средних). Для корреляционного анализа применяли критерий Спирмена (R_s). Различия считали значимыми при $\alpha=0,05$.

Тезаурус статьи.

– *ЛП* — камера сердца, в которую артериальная кровь поступает по ЛВ и из которой далее поступает в левый желудочек. Состоит из тела ЛП, левого ушка сердца и преддверия митрального клапана.

– «Крыша» ЛП — задняя стенка ЛП, ограниченная условными линиями, которые можно провести через наиболее удалённые друг от друга участки устьев ЛВ в местах впадения этих вен в ЛП. У живого человека в сердце *in situ* «крыша» обращена не вверх, а назад, поэтому термин взят в кавычки.

– *Тело ЛП* — большая часть ЛП, которая включает всю его полость, за исключением левого ушка сердца и преддверия митрального клапана.

– *Преддверие митрального клапана* — самая дистальная (по кровотоку) часть полости ЛП, отделена от его тела условной плоскостью, проходящей по самой нижней точке устья левого ушка сердца параллельно плоскости левого

предсердно-желудочкового (митрального) отверстия.

– *Устье левого ушка сердца* — отверстие на границе передней и латеральной стенок тела ЛП, через которое кровь поступает в это ушко из тела ЛП и возвращается обратно. Устье отсутствует у правого ушка сердца и является одним из анатомических маркёров именно ЛП.

Результаты. Длина сердца варьировала от 99 до 153 мм ($Me=125$ мм), ширина — от 70 до 145 мм ($Me=102$ мм), переднезадний размер — от 46 до 79 мм ($Me=65$ мм). Длина, ширина и сагиттальный размер тела ЛП во всей выборочной совокупности значимо ($N=2$; $p=0,0001$) различались между собой (рис. 2).

На основании размеров ЛП и их соотношений препараты при помощи кластерного анализа методом k-средних были разделены на три группы. В первую ($n_1=23$) и во вторую ($n_2=10$) группы вошли сердца, у которых форма ЛП определялась как кубическая. В пределах каждой из этих групп габаритные размеры ЛП были практически равны между собой, при этом вторая группа значимо отличалась от первой большими размерами ЛП. В третью группу ($n_3=21$) вошли сердца, у которых наибольшим размером ЛП была ширина, за счёт этого форма ЛП была близка к параллелепипеду (табл. 1, рис. 3).

У 91% (49 из 54) препаратов сердца присутствовали четыре устья ЛВ. На 5 оставшихся препаратах левые ЛВ впадали в ЛП общим устьем. Статистические параметры наружного и внутреннего расстояний между устьями ЛВ представлены в табл. 2.

Наружное расстояние между правыми ЛВ было больше, чем между левыми ЛВ ($t=2,68$; $p=0,008$). Наружное расстояние между верхними ЛВ было значительно больше, чем то же расстояние между нижними ЛВ ($t=2,68$; $p=0,008$). Внутреннее расстояние между верхними ЛВ превышало внутреннее расстояние между нижними ЛВ ($U=879$; $p=0,046$).

Минимальное расстояние от левой верхней до правой нижней ЛВ составило 38 мм и варьировало от 25 до 57,7 мм, аналогичное расстояние от правой верхней до левой нижней ЛВ составляло 40 мм, варьировало от 21,9 до 71,7 мм. Различия значений длин диагоналей задней стенки ЛП находились на грани статистической значимости ($U=850$; $p=0,055$). Величина наружного периметра этой стенки составила 172,4 мм (107,1–226,5 мм) и значимо ($U=15$; $p=0,0001$) превышала величину внутреннего периметра, равную 84,7 мм (57,8–146,4 мм). При сравнении внутреннего и наружного периметров задней

Таблица 1. Морфометрические характеристики анатомических вариантов тела левого предсердия

Габаритный размер, мм	Статистический параметр	Анатомический вариант		
		Кубический		Параллелепипед (третий кластер)
		Малый (первый кластер)	Большой (второй кластер)	
Длина	M±SD	36,7±4,7	52±6,3	41,7±4,1
	Me (p ₂₅ ; p ₇₅)	37 (32,4; 39,6)	51 (48; 52,6)	41 (38,6; 45,2)
	Vx	13	12	10
Ширина	M±SD	41,6±4,8	56,3±6,7	50,4±4,1
	Me (p ₂₅ ; p ₇₅)	43 (37; 45,2)	56 (52; 60)	50 (47,2; 53,3)
	Vx	12	12	8
Сагиттальный размер	M±SD	38,7±5,0	51,7±4,4	43,1±5,2
	Me (p ₂₅ ; p ₇₅)	39 (35,9; 42)	53 (48; 56)	44 (38,8; 45,8)
	Vx	13	8	12

Примечание: M±SD — среднее значение и его стандартное отклонение; Me (p₂₅; p₇₅) — медиана (25-й и 75-й процентиля), Vx — коэффициент вариации.

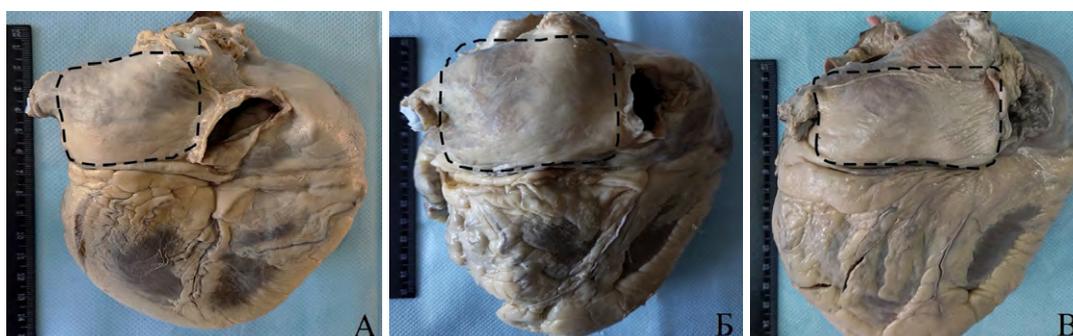


Рис. 3. Варианты формы и размеров левого предсердия: А — малый кубический; Б — большой кубический; В — в форме параллелепипеда. Левое предсердие заполнено застывшим силиконом. Вид со стороны диафрагмальной поверхности сердца

Таблица 2. Расстояния между устьями лёгочных вен

Расстояние, мм	Статистический параметр	Между левыми венами	Между правыми венами	Между верхними венами	Между нижними венами
Внутреннее	M±SD	7,7±3,17	8,7±5,3	36,6±8,6	33,3±6,70
	Me (p ₂₅ ; p ₇₅)	6,8 (5,4; 9,6)	7,9 (5,5; 10,3)	35,9 (31; 42,3)	33,0 (29,6; 37,2)
	Vx	41	61	24	20
Наружное	M±SD	31±4,8	34±6,5	55±10,6	49,6±8,7
	Me (p ₂₅ ; p ₇₅)	31,5 (28; 34,5)	32,8 (29,8; 38,2)	54,5 (47,9; 60,5)	50 (45,5; 53,2)
	Vx	15	19	19	17

Примечание: M±SD — среднее значение и его стандартное отклонение; Me (p₂₅; p₇₅) — медиана (25-й и 75-й процентиля); Vx — коэффициент вариации.

стенки ЛП в пределах трёх кластерных групп было выявлено, что вторая группа отличалась от двух других наибольшими значениями данных параметров (H=2; p < 0,005).

Показатель ширины ЛП формировал корреляционные пары как с наружными расстояниями между верхними (Rs=0,62) и нижними (Rs=0,6) ЛВ, так и с внутренними расстояниями между верхними (Rs=0,47) и нижними (Rs=0,41)

ЛВ. Также расстояния между верхними ЛВ зависели от длины ЛП (Rs=0,5). Значения сагиттального размера ЛП коррелировали с наружным расстоянием между гомолатеральными ЛВ слева (Rs=0,64) и справа (Rs=0,57), в меньшей степени эти расстояния зависели от ширины сердца и в наименьшей степени — от его длины.

Наружное и внутреннее расстояния между верхними ЛВ слабо зависели от ширины

сердца. Зависимость аналогичных расстояний между нижними ЛВ от ширины сердца не обнаружена. Выявлены корреляционные связи между наружными расстояниями, измеренными между левыми и между правыми ЛВ ($R_s=0,63$), между верхними и между нижними ЛВ ($R_s=0,58$). Величина наружного периметра задней стенки ЛП зависела от длины ($R_s=0,5$), ширины ($R_s=0,6$) и сагиттального размера ($R_s=0,6$) ЛП. Значения внутреннего периметра формировали с габаритными размерами тела ЛП менее сильные корреляционные пары.

Обсуждение. Стенки ЛП в пространственной системе координат. В отношении анатомической терминологии сердца долгое время господствовал подход, основанный на рассмотрении сердца, изъятых из тела, в так называемой «валентиновой» позиции [10]. При такой ориентации желудочки находились снизу, предсердия сверху, а места впадения ЛВ в ЛП занимали самое верхнее положение. По этой причине вполне обоснованным казалось, что эта стенка ЛП может быть названа верхней или, как синоним, «крышей» ЛП [6].

Другой, клинически ориентированный, подход основан на рассмотрении сердца в теле человека, который прямо стоит на ногах (в ортоградном положении). При таком подходе устья ЛВ занимают самое заднее положение, передняя стенка ЛП обращена в поперечный синус перикарда, верхняя стенка находится вблизи лёгочного ствола [5]. Изучение сердца именно в такой системе координат позволит корректно соотнести между собой данные анатомических исследований, полученные на трупном материале и в прижизненных исследованиях с использованием разных методов [11, 12]. Таким образом, рассматривая сердце *in situ* в ортоградном положении тела, в ЛП можно выделить следующие стенки: переднюю, заднюю, верхнюю (околоушковую), перегородочную (правую, медиальную) и левую (латеральную), как это и было сделано при выполнении данной работы.

Какие отделы выделяют в ЛП? В кардиоморфологии нет единой точки зрения на то, как следует делить ЛП на отделы. Оба предсердия имеют «венозную часть», ушко и преддверие предсердно-желудочковых клапанов [7, 12]. Е.В. Чаплыгина и соавт. (2015) разделили ЛП на три отдела: «синус ЛВ, собственно предсердие и левое ушко» [6]. Г.Э. Фальковский (2014) выделил в полости ЛП «два отдела: верхний (задний) — область впадения ЛВ и устья левого ушка и нижний (передний) — надклапанный» и отметил, что чётких границ перехода одного отдела в другой нет [13, с. 132].

Эти участки полости различаются и в клиническом аспекте: знание особенностей околоушковой зоны важно для правильного клипирования устья и установки окклюдеров, тогда как анатомия мест впадения ЛВ имеет большое значение для выполнения радиочастотной абляции при локализации эктопических водителей ритма в миокардиальных «рукавах» ЛВ. Следовательно, эти участки ЛП целесообразно различать.

S. Whiteman и соавт. (2019) в обзорной статье, посвящённой анатомии ЛП, обозначили всё ЛП, за исключением ушка, как тело ЛП и отметили, что тело ЛП находится «между преддверием [митрального клапана] и лёгочными венозными компонентами» [5]. Такой подход к разделению полости ЛП использован в настоящей работе. Полагаем, что он наиболее оправдан с клинических, функциональных и онтогенетических позиций.

Форма ЛП. Принято считать, что ЛП имеет кубическую [5] или цилиндрическую [14] форму. Настоящим исследованием установлено существование двух вариантов формы ЛП. За счёт преобладания ширины тело ЛП в 38,9% случаев по форме напоминало параллелепипед, в остальных случаях — куб. Предсердия кубической формы, в свою очередь, статистически значительно различались по размерам, что позволило разделить эту группу на две подгруппы (см. рис. 3).

Наши данные о форме и размерах ЛП во многом согласуются с данными В.А. Козлова и соавт. (1996), как и мы, изучавших предсердия на слепках. Эти авторы установили, что форма слепков полостей предсердий в различные возрастные периоды различалась незначительно, более изменчивы были линейные размеры и объём полостей. Форма слепка полости ЛП в большинстве случаев напоминала эллипсоид вращения, реже могла быть аппроксимирована цилиндром или усечённым конусом, вершиной направленным в сторону левого желудочка. Проекция слепков полости ЛП в сагиттальной и фронтальной плоскостях могла быть приближена к овалу [4].

Считаем, что эллипсоидная и цилиндрическая формы, описанные авторами, а также овальная форма проекции слепков соответствуют третьей группе препаратов в нашем исследовании, включавшей ЛП в форме, близкой к параллелепипеду. По данным В.А. Козлова и соавт. (1996), соотношения ширины и длины ЛП в сагиттальной и фронтальной плоскостях различались незначительно и находились в интервале от 1,1 до 1,7 [4]. Более широкий

диапазон вариации этих соотношений (0,76–1,68), установленный в настоящем исследовании, является количественным выражением большей изменчивости формы тела ЛП.

Соотношения размеров ЛП. Насколько нам известно, в настоящем исследовании впервые при изучении анатомических препаратов предпринята попытка определить варианты формы тела ЛП не субъективно, а на основании различий размеров и их соотношений. Установлено, что задняя стенка ЛП, ограниченная устьями ЛВ, при типичном количестве и положении этих устьев имела форму неравнобокой трапеции. Большая боковая сторона трапеции была обращена к межпредсердной перегородке, широкое основание — вперёд и вверх, к лёгочному стволу и поперечной пазухе перикарда. Реже, при равенстве наружных размеров между ЛВ, эта стенка ЛП напоминала прямоугольник, вытянутый сверху вниз.

Сравнительный анализ собственных данных проблематичен ввиду фрагментарности сведений такого рода в литературе. В обзорных статьях [5, 8] приведены данные о толщине стенок, размерах левого ушка сердца, но нет данных о размерах тела ЛП. Длина одной из сторон «крыши» ЛП (roof line), соответствующей расстоянию между устьями верхних ЛВ, была равна $33,3 \pm 5,3$ мм [9], что близко к нашим данным о внутреннем расстоянии между этими устьями ($36,6 \pm 8,6$ мм). Однако информация о других размерах этой стенки ЛП в работе [9] отсутствует.

Т. Gupta и соавт. (2019) выполнили морфометрию расстояний между устьями ЛВ на 30 препаратах сердца людей 23–95 лет и установили, что расстояния между верхними ($32,1 \pm 8,3$ мм) и между нижними ($35,4 \pm 5,4$ мм) ЛВ были существенно больше, чем расстояния между правыми ($9,1 \pm 3,0$ мм) и между левыми ($7,3 \pm 2,9$ мм) ЛВ [15].

Данные этого исследования согласуются с данными настоящей работы в том, что расстояние между верхними ЛВ — наибольший из четырёх размеров, а расстояния между левыми ЛВ — наименьший. Впадение ЛВ в ЛП часто имеет форму воронки, и поэтому граница между ЛВ и стенкой ЛП бывает нечёткой [7], следовательно, расхождения результатов отчасти можно объяснить неточностью ориентиров при морфометрии.

Следует заметить, что в работе Т. Gupta и соавт. (2019) данные получены при морфометрии препаратов, зафиксированных без контроля над сохранением формы ЛП. Кроме того, в статье [15] нет оценки значимости различий данных, что снижает их достоверность.

При анализе публикаций, содержащих результаты измерений ЛП, обратило на себя внимание отсутствие работ, в которых была бы дана комплексная характеристика размеров тела ЛП. Для оценки формы тела ЛП на основании его размеров необходимы значения, по меньшей мере, трёх параметров, измеренных во взаимно перпендикулярных направлениях. В работах, содержащих такие данные [6, 14], к сожалению, отсутствует описание объектов и методики измерений, что затрудняет интерпретацию результатов.

По данным В.А. Козлова и соавт. (1996), у взрослого человека в разные возрастные периоды средняя длина ЛП варьировала от 36 до 49 мм, средние значения переднезаднего размера находились в диапазоне от 32 до 42 мм. Кроме того, измеряли ширину ЛП в двух плоскостях: сагиттальной (34–44 мм) и фронтальной (33–42 мм) [4]. В тех исследованиях, где измерения выполняли в фазу диастолы, ширина ЛП обычно варьировала от 30 до 42 мм [1, 4, 16, 17], что согласуется с нашими результатами, полученными на препаратах первой и третьей групп (см. табл. 1).

Как установлено в исследовании Д.А. Старчика (2016), на препаратах сердца женщин гиперстенического типа телосложения ширина ЛП достигала 52 мм [16]. Меньшие значения размеров ЛП, приводимые другими авторами, могли быть результатом того, что морфометрию выполняли без учёта степени наполнения ЛП [6, 14].

По данным Y. Cho и соавт. (2012), габаритные размеры ЛП были больше в группе пациентов с фибрилляцией предсердий, чем у людей с синусовым ритмом. В частности, у пациентов с аритмией поперечный и верхненижний размеры ЛП составили $64,1 \pm 9,3$ и $63,8 \pm 7,9$ мм соответственно и превышали аналогичные размеры у людей с синусовым ритмом ($p=0,002$) [3].

Г.Е. Гендлин и соавт. (2019), изучившие прижизненную анатомию ЛП у пациентов со стенозом клапана аорты и без него, установили, что диаметр ЛП при стенозе клапана аорты был равен 45,7 мм ($40,8–49,1$ мм), а в группе контроля 35,7 мм ($33,2–42$ мм), показали отсутствие зависимости диаметра ЛП от пола и возраста [1].

Л.П. Мартиросян и И.А. Баландина (2020) при трансторакальной эхокардиоскопии выполнили морфометрию ЛП 128 здоровым людям мезоморфного телосложения, определили верхненижний размер ЛП и, используя этот размер, по формуле Симпсона рассчитали объём ЛП. Авторы заключили, что значения указанных параметров у мужчин и женщин в пределах зрелого возраста одинаковы [2].

Известно, что размеры сердца и, в частности, ЛП ассоциированы с соматотипом. Так, Д.А. Старчик (2016) установил, что поперечный размер ЛП у женщин нормостенического телосложения в 1,18 раза больше ($p < 0,05$), чем при астеническом телосложении, и в 1,10 раза меньше ($p < 0,05$), чем при гиперстеническом телосложении. Также автором обнаружены значимые, ассоциированные с типом телосложения различия верхненижнего размера ЛП и сделан вывод о том, что морфология ЛП, как и ряда других структур сердца, конституционально детерминирована [16].

В настоящем исследовании для определения особенностей и отыскания закономерностей локальной конституции тела ЛП был выполнен корреляционный анализ. Наиболее сильные корреляционные связи были характерны для сонаправленных размеров тела ЛП и его задней стенки. Это можно считать частным проявлением общебиологического принципа координированного роста и развития структурно и топографически соподчинённых морфологических образований и можно использовать при оценке гармоничности развития органа.

ВЫВОДЫ

1. Значения морфометрических показателей, характеризующих габаритные размеры тела левого предсердия в конечно-диастолическую фазу сердечного цикла, различны, а их соотношения представлены тремя кластерными группами, определяющими варианты формы и размеров этой камеры сердца.

2. Форма тела левого предсердия условно может быть аппроксимирована кубом либо параллелепипедом, наибольшим размером которого будет ширина.

3. Предсердия кубической формы на основании статистически значимых различий размеров можно разделить на большие и малые.

4. Задняя стенка левого предсердия при типичном количестве и положении устьев лёгочных вен имеет форму прямоугольника либо неравнобокой трапеции, бо́льшая сторона которой обращена к межпредсердной перегородке, широкое основание — вперёд и вверх.

5. Наиболее сильные корреляционные связи характерны для сонаправленных размеров тела левого предсердия и его задней стенки.

Участие авторов. А.А.Г. — разработка концепции и дизайна исследования, изготовление препаратов, выполнение измерений, анализ данных, написание текста статьи; М.Е.Н. — изготовление препаратов, выполнение измерений, анализ данных; А.А.Я. —

руководство работой, разработка концепции и дизайна исследования, анализ данных, написание текста статьи.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов по представленной статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гендлин Г.Е., Ковалёва А.И., Емелина Е.И., Никитин И.Г. Линейные и объёмные показатели левого предсердия у больных изолированным аортальным стенозом. *Рос. кардиол. ж.* 2019; 24 (11): 16–21. [Gendlin G.E., Kovaleva A.I., Emelina E.I., Nikitin I.G. Linear and volumetric parameters of left atrium in patients with isolated aortic stenosis. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal*. 2019; 24 (11): 16–21. (In Russ.)] DOI: 10.15829/1560-4071-2019-11-16-21.

2. Мартиросян Л.П., Баландина И.А. Параметры объёма предсердий и левого желудочка у мужчин и женщин мезоморфного типа телосложения по результатам выполнения эхокардиографии. *Волгоградский науч.-мед. ж.* 2020; (2): 58–61. [Martirosyan L.P., Balandina I.A. Parameters of volume of the atria and left ventricle in men and women of the mesomorphic body type according to the results of performing echocardiography. *Volgogradskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal*. 2020; (2): 58–61. (In Russ.)]

3. Cho Y., Lee W., Park E.-A., Oh I.-Y., Choi E.-K., Seo J.-W., Oh S. The anatomical characteristics of three different endocardial lines in the left atrium: evaluation by computed tomography prior to mitral isthmus block attempt. *Europace*. 2012; 14 (8): 1104–1111. DOI: 10.1093/europace/eus051.

4. Козлов В.А., Стебельский С.Е., Маковецкий В.Д., Юрченко И.В. Топография и форма полостей сердца в онтогенезе. В кн.: *Прикладная анатомия сердца*. Под ред. В.А. Козлова. Днепропетровск. 1996; 6–32. [Kozlov V.A., Stebel'skiy S.E., Makovetskiy V.D., Yurchenko I.V. Topography and shape of heart cavities in ontogenesis. In: *Prikladnaya anatomiya serdtsa*. (Applied anatomy of the heart.) Ed. by V.A. Kozlov. Dnepropetrovsk. 1996; 6–32. (In Russ.)]

5. Whiteman S., Saker E., Courant V., Salandy S., Gielecki J., Zurada A., Loukas M. An anatomical review of the left atrium. *Translational Res. Anat*. 2019; 17: 100052. DOI: 10.1016/j.tria.2019.100052.

6. 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 образования*. 2015; (5): 146–155. [Chaplygina E.V., Kaplunova O.A., Evtushenko A.V., Karakozova E.A., Markevich A.V., Shvyrev A.A., Sankova I.V. Applied aspects of the anatomical structure of the human's heart left atrium. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015; (5): 146–155. (In Russ.)]

7. Ho S.Y., Sánchez-Quintana D. The importance of atrial structure and fibers. *Clin. Anat*. 2009; 22 (1): 52–63. DOI: 10.1002/ca.20634.

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

9. Dudkiewicz D., Słodowska K., Jasińska K.A., Dobrzynski H., Hołda M.K. The clinical anatomy of the left

atrial structures used as landmarks in ablation of arrhythmogenic substrates and cardiac invasive procedures. *Translational Res. Anat.* 2021; 23 (3): 100102. DOI: 10.1016/j.tria.2020.100102.

10. Anderson R.H., Loukas M. The importance of attitudinally appropriate description of cardiac anatomy. *Clin. Anat.* 2009; 22 (1): 47–51. DOI: 10.1002/ca.20741.

11. Mori Sh., Tretter J., Spicer D., Bolender D., Anderson R.H. What is the real cardiac anatomy? *Clin. Anat.* 2019; 32 (3): 288–309. DOI: 10.1002/ca.23340.

12. Kausar A., Razzak I., Shapiai M.I., Beheshti A. 3D shallow deep neural network for fast and precise segmentation of left atrium. *Multimedia Syst.* 2021. DOI: 10.1007/s00530-021-00776-8.

13. Фальковский Г.Э. *Строение сердца и анатомические основы его функции.* М.: НИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2014; 136–143. [Fal'kovskii G.E. *Stroenie serdtsa i anatomicheskie osnovy ego funktsii.* (Structure of the heart and anatomical bases of its function.) М.: Nauchnyy tsentr serdechno-sosudistoy khirurgii im. A.N. Bakuleva. 2014; 136–143. (In Russ.)]

14. Михайлов С.С. *Клиническая анатомия сердца.* М.: Медицина. 1987; 59–71. [Mikhaylov S.S. *Klinicheskaya anatomiya serdtsa.* (Clinical anatomy of the heart.) М.: Meditsina. 1987; 59–71. (In Russ.)]

15. Gupta T., Cheema N., Randhawa A., Sahni D. Translational anatomy of the left atrium and esophagus as relevant to the pulmonary vein antral isolation for atrial fibrillation. *Surg. Radiol. Anat.* 2020; 42 (4): 367–376. DOI: 10.1007/s00276-019-02327-3.

16. Старчик Д.А. Конституционально-типологические и структурные характеристики предсердий у женщин зрелого возраста. *Вестн. Нац. мед.-хирургич. центра им. Н.И. Пирогова.* 2016; 11 (1): 101–103. [Starichik D.A. Constitutional and structural features of right and left atriums of mature women. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo Tsentra im. N.I. Pirogova.* 2016; 11 (1): 101–103. (In Russ.)]

17. Ikiz Z.A.A., Üçerler H., Özgür T. Anatomic characteristics of left atrium and openings of pulmonary veins. *Anadolu. Kardiyol. Derg.* 2014; 14 (8): 674–678. DOI: 10.5152/akd.2014.4968.