

Оригинальное исследование / Research article

## Морфометрическая топография левого ушка сердца взрослого человека

А.А. Гапонов, А.А. Якимов

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

### Введение

Знание топографии левого ушка сердца важно при операциях по поводу наджелудочковых аритмий и при герметизации устья ушка с целью профилактики тромбоэмболий при криптогенных инсультах. Цель работы – по результатам морфометрического изучения секционного материала дать характеристику типичному положению и вариантам локальной топографии левого ушка сердца взрослого человека. **Материал и методы.** На 54 препаратах сердца массой 200–400 г, заполненных силиконом, штангенциркулем измеряли расстояния от основания левого ушка сердца до верхушки сердца, до структур предсердного комплекса, присердечных сосудов и левой венечной артерии. **Результаты и их обсуждение.** Основание левого ушка сердца находилось на расстоянии  $87,0 \pm 13,1$  мм от верхушки сердца,  $49,7 \pm 7,0$  мм – от основания правого ушка сердца. Расстояние от левого ушка сердца до устья верхней полой вены ( $36,4 \pm 8,1$  мм) было на 16 % больше расстояния до восходящей части аорты ( $30,4 \pm 6,4$  мм), в 1,25 раза меньше расстояния до овальной ямки ( $45,2 \pm 6,0$  мм), в 1,5 раза меньше расстояния до устья нижней полой вены ( $55,5 \pm 8,7$  мм). Наименьшее медианное значение (9,6 мм) и наибольшая вариация (1,4–15,2 мм) были отмечены для расстояния до легочного ствола. Устья четырех легочных вен находились на разном расстоянии от устья ушка, ближе всего была левая верхняя легочная вена, в 59,6 % случаев она непосредственно примыкала сверху к ушку. Ее устье в 43 % случаев было выше устья ушка и в 57 % – на одном уровне с ним ( $p = 0,07$ ). Левая венечная артерия находилась в 2,63–18,74 мм снизу от основания ушка. Прямые корреляционные связи выявлены для параметров предсердного комплекса. Длина желудочкового комплекса не являлась значимым предиктором для определения взаимного положения левого ушка сердца и соседних с ним структур. **Заключение.** Установленные значения морфометрических параметров и их взаимосвязи можно использовать как критерии нормального строения предсердного комплекса сердца.

**Ключевые слова:** анатомия человека, морфометрия, сердце, предсердия, ушки сердца, легочные вены.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**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.

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

**Для цитирования:** Гапонов А.А., Якимов А.А. Морфометрическая топография левого ушка сердца взрослого человека. *Сибирский научный медицинский журнал.* 2022;42(1):41–48. doi: 10.18699/SSMJ20220104

## Morphometric topography of the left atrial appendage in human adult heart

А.А. Gaponov, А.А. Iakimov

Ural State Medical University of Minzdrav of Russia  
620028, Ekaterinburg, Repin str., 3

## Abstract

Topography of the left atrial appendage is of importance for supraventricular arrhythmias surgery and sealing of the appendage orifice to prevent thromboembolism in cryptogenic strokes. **The aim** was to explore the common position of the appendage and delineate variants of its adjacent anatomy in human adults by means cadaveric morphometrics. **Material and methods.** We studied 54 silicone-filled heart specimens of 200–400 g. With the caliper, we measured the distances from the base of the left atrial appendage to the cardiac apex, to the structures of the atrial complex, nearest large blood vessels, as well as to the left coronary artery. **Results.** The base of the appendage was  $87 \pm 13.1$  mm from the cardiac apex and  $49.7 \pm 7.0$  mm from the right appendage. The distance from the appendage to the superior caval vein ( $36.4 \pm 8.1$  mm) was 16 % longer than the distance to the ascending aorta ( $30.4 \pm 6.4$  mm), 1.25 times less than the distance to the oval fossa ( $45.2 \pm 6.0$  mm), 1.5 times less than the distance to the inferior caval vein ( $55.5 \pm 8.7$ ). The smallest median value (9.6 mm) and the largest variation (1.4–15.2 mm) were found for the distance to the pulmonary trunk. Four pulmonary veins inflowed to the atrium at different distances from the appendage opening. In 59.6 %, we revealed the left upper pulmonary vein to be closest to the auricle. The mouth of that was 43 % higher and 57 % at the same level with the appendage opening ( $p = 0.07$ ). The left coronary artery ran 2.63–18.74 mm inferiorly to the appendage. Interrelations of average strength were found for the parameters of atrial complex. The study showed the length of the ventricular complex as being an unpredictable parameter for determining the adjacent anatomy of left atrial appendage. **Conclusions.** The morphometric parameters and their interrelations are proposed to use as reference values and criteria for determining the normal atrial complex.

**Key words:** human anatomy, morphometry, heart, atria, cardiac auricles, atrial appendages, pulmonary veins.

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

**Acknowledgments.** The authors would like to thank with sincere appreciation all those whose hearts had been investigated in this research. Special thanks to our colleagues–pathologists for their kind help.

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

**Citation:** Gaponov A.A., Iakimov A.A. Morphometric topography of the left atrial appendage in human adult heart. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2022;42(1):41–48. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20220104

## Введение

Среди публикаций по вопросам нормальной анатомии сердца основной удельный вес занимают работы, посвященные строению желудочков, клапанов сердца и венечных артерий. Обращает на себя внимание незначительное количество работ, в которых описана типовая и вариантная анатомия предсердий. Из предсердных структур несомненный интерес вызывают ушки сердца. Полость левого ушка сердца (ЛУС) – частое место возникновения эмбологенных тромбов. В связи с этим знание особенностей анатомии и топографии устья ушка важно для разработки способов его клипирования, для персонифицированного выбора окклюдера [1]. Морфометрические данные о взаимном положении ушка и близлежащих анатомических структур востребованы при операциях на митральном клапане, при выполнении операций «Лабиринт» по поводу нарушений ритма [2].

В научной литературе описана анатомия ЛУС, есть данные о структуре его стенки, размерах и объеме ЛУС [3–5], о взаимосвязи их вариантов с формой сердца и соматотипом [3, 6]. Известны различные классификации вариантов формы ушка и формы его устья [7, 8]. Согласно наиболее распространенной в англоязычной литера-

туре, различают ЛУС в форме кактуса, цветной капусты, куриного крыла, ветроуказателя [9]. А. Mumin et al. и К. Słodowska et al. выполнили морфометрию ЛУС разной формы и предложили модификации этой классификации [10, 11]. При этом сведения о локальной топографии ЛУС, о топографических соотношениях ЛУС с близлежащими анатомическими структурами сердца и крупными присердечными сосудами содержатся в единичных работах [12–15], но они носят описательный характер и не подтверждаются результатами морфометрии. Это снижает степень воспроизводимости результатов и является предпосылкой для межисследовательских расхождений.

Цель работы – по результатам морфометрического изучения секционного материала дать характеристику типичному положению и вариантам локальной топографии левого ушка условно-нормального сердца взрослого человека.

## Материал и методы

Дизайн исследования – одномоментное (поперечное) обсервационное, простое слепое (маскированное). Материалом для исследования послужили анатомические препараты сердца мужчин и женщин 35–89 лет ( $n = 54$ ). Препараты были по-

лучены из патоморфологических отделений клинических баз Уральского государственного медицинского университета (УГМУ) в соответствии с соглашениями о сотрудничестве и принадлежали умершим, тела которых не были востребованы для захоронения; возможность получения информированного согласия отсутствовала. При работе с секционным материалом учитывали требования ст. 5 8-ФЗ «О погребении и похоронном деле» от 12.01.1996 (с изм. и доп. от 01.01.2017). Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России (протокол № 3 от 20 ноября 2020 г.). Персональные данные, в том числе анамнез и результаты клинического и параклинического обследования пациентов, препараты которых изучали, не были известны исследователям. На всех этапах выполнения работы исследователи имели информацию лишь о том, соответствует ли конкретный препарат критериям формирования выборочной совокупности. Отбор препаратов производил патолог, который руководствовался этими критериями, но в исследовании не участвовал.

Критерии включения в выборочную совокупность: 1) смерть от «несердечного» заболевания; 2) типичное левостороннее положение сердца; 3) внешне обычно сформированное сердце; 4) 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) криптогенный инсульт, при котором вскрывали ЛУС в поисках источника тромбоэмболии; 3) технические погрешности: повреждение ЛУС при вскрытии, деформация препарата при фиксации, дефектное заполнение силиконом.

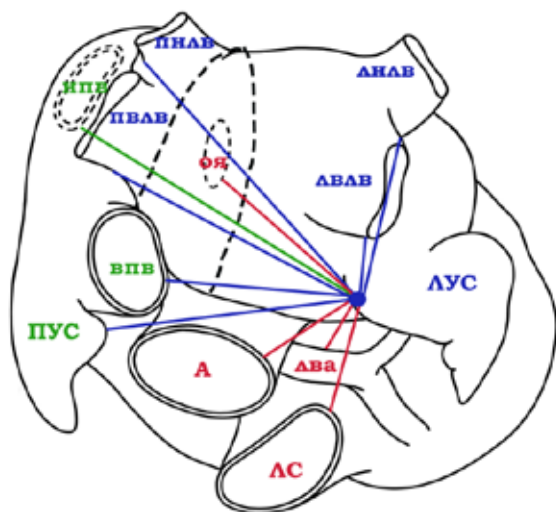
Препараты хранили в 1%-м формалине от нескольких часов до пяти суток, после этого в течение нескольких суток промывали в холодной проточной воде. Морфометрию выполняли на влажных препаратах, на которых за счет заполнения полости левого предсердия (ЛП) силиконом моделировали фазу диастолы ЛП<sup>1</sup>. Для этого левый желудочек и правое предсердие тампонируют ватой, полость ЛП через устье правой верхней легочной вены (ПВЛВ) заполняли жидким силиконом Super Mold 10 с отвердителем в соотношении 100:2. Принимая во внимание, что в фазу диастолы давление в ЛП равно нулю, силикон заливали в ЛП без нагнетания давления. На время отвердевания силикона препараты подве-

шивали так, чтобы нижняя стенка ЛП образовывала с горизонтальной плоскостью угол в 10–20°, что было максимально приближено к положению сердца у человека, находящегося в ортоградном положении. После отвердевания силикона с поверхности ЛП препарированием удаляли ткани средостения, препарировали кровеносные сосуды, расположенные в венечной борозде, а также косую вену ЛП, при облитерации известную как складка Маршалла.

Морфометрию выполняли электронным штангенциркулем ШЦЦ-1-250-0,01 (Челябинский инструментальный завод; точность 0,03мм). Измеряли кратчайшие расстояния от основания ЛУС до следующих анатомических образований: верхушки сердца, легочного ствола, восходящей части аорты, овальной ямки, устьев полых и легочных вен, до левой венечной артерии, а также до середины венечного синуса. Под серединой венечного синуса имели в виду условную точку, расположенную на его верхнем крае на одинаковом расстоянии от устья венечного синуса до устья косой вены ЛП либо (при ее облитерации) до соединения венечного синуса со складкой Маршалла. Наиболее близкий к телу ЛП проксимальный по кровотоку участок ЛУС считали его основанием, наиболее дистальный участок – верхушкой ЛУС. Самую переднюю точку верхней полуокружности основания левого ушка сердца при измерениях использовали в качестве нулевой точки (рис. 1).

Соответствие распределения значений нормальному закону оценивали с помощью W-критерия Шапиро – Уилка. При нормальном распределении переменные представлены в виде среднего арифметического и среднеквадратического отклонения ( $M \pm \sigma$ ). Если хотя бы в одной из сравниваемых групп распределение отличалось от нормального, результаты представляли в виде медианы, 25 и 75 перцентилей ( $Me [Q1-Q3]$ ), крайних значений. Определяли коэффициент вариации ( $Cv$ ), а также 95%-й доверительный интервал (95% ДИ) для среднего выборочного значения. Сравнение среднего значения с медианой позволяло оценить степень асимметрии распределения значений. При множественных сравнениях применяли H-критерий Краскела – Уоллиса. Если критерий выявлял статистически значимые различия, переходили к процедуре попарного сравнения, для чего использовали критерий Тьюки, в противном случае принимали нулевую гипотезу о равенстве средних. Для корреляционного анализа использовали критерий Спирмена ( $R_s$ ). Значимость различия долей (частот встречаемости вариантов) оценивали при помощи односто-

<sup>1</sup> Способ изготовления слепка левого предсердия в фазу диастолы / А.А. Якимов, А.А. Гапонов. Приоритетная справка 2021112528 от 28.04.2021.



**Рис. 1.** Параметры морфометрической топографии ЛУС (схема). Вид на предсердный комплекс сердца сверху и несколько спереди.

А – аорта; ЛС – легочный ствол; ЛУС – левое ушко сердца; ПУС – правое ушко сердца; ОЯ – овальная ямка; ЛВА – левая венечная артерия; ВПВ – верхняя полая вена (устье); НПВ – нижняя полая вена (устье); ПВЛВ – правая верхняя ЛВ (устье); ПНЛВ – правая нижняя ЛВ (устье); ЛВЛВ – левая верхняя ЛВ (устье); ЛНЛВ – левая нижняя ЛВ (устье)

**Fig. 1.** Parameters of the morphometric topography of the left atrial appendage (ЛУС). Atrial complex of the heart, anterosuperior view (diagram).

А – aorta; ЛС – pulmonary trunk; ЛУС – left atrial appendage; ПУС – right atrial appendage; ОЯ – oval fossa; ЛВА – left coronary artery; ВПВ – superior vena cava (mouth); НПВ – inferior vena cava (mouth); ПВЛВ – right upper pulmonary vein (mouth); ПНЛВ – right lower pulmonary vein (mouth); ЛВЛВ – left upper pulmonary vein (mouth); ЛНЛВ – left lower pulmonary vein (mouth)

роннего t-теста. Уровень значимости  $\alpha$  принимали равным 0,05.

### Результаты

Расстояние от ЛУС до верхушки сердца варьировало в широких пределах, от 61 до 115 мм ( $87 \pm 13,1$  мм, Ме 88,2 мм), что было обусловлено, прежде всего, различиями в длине желудочкового комплекса. Расстояние между основаниями левого и правого ушек сердца составляло от 33,2 до 65 мм ( $49,7 \pm 7,0$  мм, Ме 50,3 мм). Анатомические структуры сердца, смежные с ЛП, находились на разном расстоянии от основания ЛУС (таблица). Распределение параметров, представленных в таблице, за исключением расстояния от ЛУС до легочного ствола, было нормальным. При дисперсионном анализе и дальнейшем попарном сравнении этих параметров установлено, что они различались между собой ( $N = 274, p = 0,0$ ). Исключением явились расстояния от ушка до восходящей части аорты и до венечного синуса, расположенного на задней стенке ЛП ( $p = 0,59$ ).

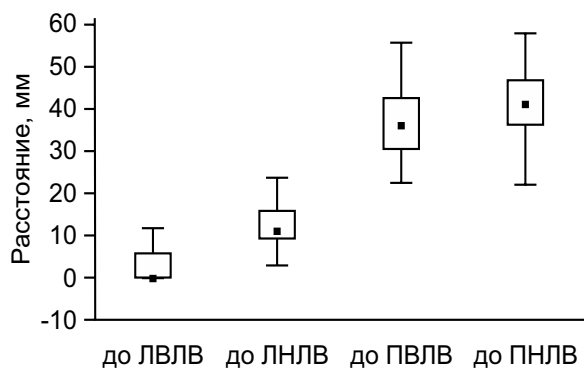
Расстояние до устья ВПВ превышало расстояние до аорты в среднем на 16 % ( $p = 0,0003$ ). По сравнению с устьем ВПВ ОЯ находилась в 1,25 раза ( $p = 0,00026$ ), а устье нижней полой вены – в 1,5 раза дальше ( $p = 0,00026$ ) от ЛУС.

В 43 % случаев устье ЛВЛВ располагалось выше устья ЛУС, в 57 % случаев они находились на одном уровне ( $p = 0,07$ ). Устья всех четырех ЛВ находились на разном расстоянии от ЛУС ( $N = 166,4, p = 0,0$ ), ближе всего находилась ЛВЛВ, наиболее далеко – ПНЛВ (рис. 2). По взаимному положению ЛУС и ЛВЛВ выборочная совокупность разделилась на две подгруппы. В первой (28 препаратов из 47, 59,6 %) передняя стенка ЛВЛВ у ее впадения в ЛП тесно соприкасалась с верхним краем ЛУС, какое-либо расстояние между этой веной и ЛУС снаружи отсутствовало, этим было обусловлено нулевое значение медианы данного показателя (см. рис. 2). Во второй подгруппе (19 из 47) ЛВЛВ находилась на расстоянии от 2,7 до 12,7 мм от ЛУС ( $8,1 \pm 4,72$  мм, Ме 7,2 мм). При сравнении долей установлено, что различия между ними статисти-

*Морфометрические параметры расстояний от левого ушка сердца до анатомических структур сердца, смежных с ЛП*

*Distances from the left atrial appendage to the left atrium adjacent structures*

Расстояние	М $\pm$ $\sigma$ , мм	95% ДИ, мм	Ме [Q1–Q3], мм	Крайние значения, мм	С <sub>v</sub> , %
До устья ВПВ	36,4 $\pm$ 8,1	34,1–38,7	35,7 [31,0–40,9]	14,6–58,0	22
До устья НПВ	55,5 $\pm$ 8,7	53,1–58,0	55,4 [49,5–60,9]	38,0–77,0	16
До ОЯ	45,2 $\pm$ 6,0	43,5–46,8	45,1 [41,8–50,1]	29,8–55,0	13
До середины венечного синуса	29,4 $\pm$ 6,9	27,2–31,7	29,0 [22,6–34,0]	16,6–44,0	23
До восходящей части аорты	30,4 $\pm$ 6,4	28,6–32,2	30,1 [26,9–33,8]	11,8–45,0	21
До легочного ствола	10,4 $\pm$ 9,3	7,6–13,2	9,6 [1,4–15,2]	0–45,0	89



**Рис. 2.** Расстояние от основания левого ушка сердца до устьев легочных вен (черные квадраты – Ме, «ящики» – Q1–Q3, «усы» – крайние значения)

**Fig. 2.** Distances from the base of the left atrial appendage to the orifices of the pulmonary veins (LVLV – upper left, LNLV – lower left, PVLV – upper right, PNLV – lower right; black squares – medians, «boxes» – interquartile ranges, «whiskers» – extreme values)

чески значимы ( $p = 0,03$ ). Расстояние от ЛУС до ЛНЛВ ( $N = 0,83$ ,  $p = 0,36$ ), ПВЛВ ( $N = 2,24$ ,  $p = 0,13$ ) и ПНЛВ ( $N = 1,2$ ,  $p = 0,27$ ) на тех препаратах, у которых стенка ЛВЛВ тесно контактировала с ЛУС, при сравнении со значениями аналогичных расстояний во второй подгруппе оказалось одинаковым.

Корреляционный анализ показал, что длина желудочкового комплекса коррелировала с расстоянием от ЛУС до ЛНЛВ ( $R_s = 0,31$ ,  $p = 0,039$ ) и ПНЛВ ( $R_s = 0,29$ ,  $p = 0,046$ ). Из топографических параметров структур, смежных с ЛП, единственным параметром, который зависел от длины желудочкового комплекса, было расстояние от ЛУС до НПВ ( $R_s = 0,43$ ,  $p = 0,002$ ). Расстояния от ЛУС до устьев полых вен, медиальной и задней стенок ЛП коррелировали как между собой, так и с расстояниями до устьев правых легочных вен. Для расстояний от ЛУС до НПВ и до ОЯ была характерна самая сильная корреляционная связь ( $R_s = 0,69$ ,  $p = 0,000$ ). Также установлено, что по мере увеличения расстояния между ушками сердца возрастало расстояние от ЛУС до устья ВПВ ( $R_s = 0,39$ ,  $p = 0,005$ ).

На 14 препаратах верхушка ЛУС была ориентирована вверх, к легочному стволу, на 17 – медиально, и ушко располагалось своей длинной осью вдоль венечной борозды. Чаще всего (в 23 случаях из 54, 42,6 %) верхушка ЛУС была направлена вниз, вдоль передней межжелудочковой борозды. У группы сердец с верхушкой ЛУС, обращенной вверх, расстояние от основания ЛУС до ВПВ было больше, чем при медиально-ориентированной верхушке ( $p = 0,001$ ). Левая венечная артерия всегда проходила снизу от основания ЛУС. На

двух препаратах эта артерия тесно прилегала к ЛУС, но в большинстве случаев между ними находилась жировая ткань, и расстояние от артерии до основания ЛУС составляло от 2,63 до 18,74 мм ( $Me = 10$  мм).

## Обсуждение

В проведенном исследовании даны характеристики морфометрической топографии ЛУС, установлено, что оно находилось на одинаковом расстоянии от восходящей части аорты и расположенного на задней стенке ЛП венечного синуса. Конкретизировано взаимное положение ЛУС и левой венечной артерии, описаны варианты возможного положения верхушки ЛУС. Наиболее частым вариантом ориентации верхушки ЛУС было ее направление вниз, вдоль передней межжелудочковой борозды, что согласуется с результатами, полученными при исследовании фетального материала [12]. Основываясь на анализе литературы, Е.В. Чаплыгина и соавт. также считали нисходящее направление верхушки ЛУС наиболее типичным [15]. Однако есть данные, что верхушка ЛУС чаще всего ориентирована вперед и вверх [4, 8]. Вероятно, эти противоречия отражают индивидуальную изменчивость анатомии сердца.

Одним из важных параметров при выполнении транссептального доступа в ЛП является расстояние от ОЯ до устья ЛУС. По данным Н. Üçerler et al., оно составляет  $27,5 \pm 5,5$  мм [16], а по нашим данным – в 1,5 раза больше. Эти различия можно объяснить двумя причинами. Во-первых, в настоящем исследовании морфометрию выполняли от правопредсердной поверхности овальной ямки до наружной поверхности основания ЛУС, тогда как Н. Üçerler et al. – по внутренней поверхности ЛП. Во-вторых, исследователи [16] проводили измерения на препаратах, которые фиксировали без контроля давления и степени наполнения ЛП, тогда как мы измеряли препараты, на которых за счет введения полимера была смоделирована фаза диастолы ЛП.

Изучив ЛП методом компьютерной томографии, W. Wongcharoen et al. и Y. Wang et al. описали три варианта положения устья ЛУС по отношению к устью ЛВЛВ (на одном уровне, выше устья ЛВЛВ и ниже него) и установили, что чаще всего (в 64 % случаев) встречался вариант, при котором устье ЛУС находилось на одном уровне с устьем ЛВЛВ [9, 17]. В другой работе, выполненной на секционном материале, исследователи обнаружили только два варианта положения: в 55,4 % случаев устье ЛУС находилось ниже устья ЛВЛВ, в 44,6 % случаев они были на одном

уровне ( $p = 0,11$ ) [14]. Эти данные хорошо согласуются с результатами настоящего исследования. Расположение устья ЛУС выше устья ЛВЛВ мы не встречали.

Данные литературы о величине расстояний от ЛУС до левых ЛВ противоречивы. В работе A. Zabówka et al. установлено, что расстояние от ушка до ЛВЛВ (28,5 мм) больше, чем до ЛНЛВ (17,8 мм) [18], в то время как в настоящем исследовании показано обратное: наиболее близко к ЛУС находилась ЛВЛВ. Среднее расстояние между ЛУС и ЛВЛВ составило 11,1 мм [19]. Н. Üçerler et al. отметили, что эти структуры находились на меньшем расстоянии друг от друга (7,7 мм) [16]. Данные этих исследователей согласуются с нашими результатами, полученными при морфометрии тех препаратов, на которых ЛУС и ЛВЛВ располагались на некотором (ненулевом) расстоянии друг от друга (Ме 7,2 мм). Важно отметить, что почти в 60 % случаев ЛВЛВ вплотную примыкала к основанию ЛУС. Такая анатомическая особенность клинически важна, так как может создать трудности при установке окклюдера и при клипировании устья ушка. Известно, что из четырех легочных вен эктопические водители ритма чаще всего локализируются в миокарде ЛВЛВ [5], и потому зона около устья этой вены является частым объектом вмешательств при абляциях. Манипуляции на устье ушка при его тесном соседстве с ЛВЛВ могут привести к повреждению ее замыкательного аппарата. При эндоскопических исследованиях ЛП методом транслюминации установлено, что участки околоушковой зоны, расположенные на 1 часе и на 7–11 часах условного циферблата с центром в устье ЛУС, закономерно были истонченными (гипомускулярными или безмышечными) [20]. Наличие таких участков на препаратах, у которых основание ЛУС и ЛВЛВ находятся в непосредственной близости друг к другу, создает высокий анатомический риск перфорации стенки ЛП и гемотампонады полости перикарда при внутрипредсердных манипуляциях.

Результаты корреляционного анализа показали, что длина желудочкового комплекса не является надежным параметром для прогнозирования вариантов положения ЛУС. Более сильные корреляционные связи были характерны для значений расстояний между структурами предсердного комплекса: ОЯ, устьями полых и легочных вен, а также восходящей части аорты. Из литературы известно, что предсердия и желудочки происходят из разных сегментов эмбрионального трубчатого сердца, и механизмы регуляции их роста и развития во многом различаются [21]. Кроме того, предсердия и желудочки находятся в разных гемодинамических условиях. Следователь-

но, большее количество корреляционных пар для параметров предсердного комплекса и большая сила связи в них по сравнению с параметрами желудочкового комплекса онтогенетически и функционально обусловлены.

## Заключение

В исследовании изучены варианты положения верхушки ЛУС, варианты синтопии ЛУС и ЛВЛВ. Впервые на реальной анатомической модели диастолы ЛП нормального сердца взрослого человека определены средние и медианные значения для расстояний от основания ЛУС до важнейших структур предсердного комплекса и присердечных сосудов, установлены диапазоны вариации этих значений, показаны количественные соотношения морфометрических параметров и проанализированы корреляционные связи между ними. Результаты предлагаем использовать как референсные значения для конкретизации понятия «анатомическая норма» в кардиоморфологии, а также для математического и геометрического моделирования левого предсердия.

## Список литературы / References

1. Patti G., Pengo V., Marcucci R., Cirillo P., Renda G., Santilli F., Calabrò P., de Caterina A.R., Cavallari I., Ricottini E., ... Working Group of Thrombosis of the Italian Society of Cardiology. The left atrial appendage: From embryology to prevention of thromboembolism. *Eur. Heart. J.* 2017;38(12):877–887. doi: 10.1093/eurheartj/ehw159
2. Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Фатулаев З.Ф., Климчук И.Я., Мироненко М.Ю., Диасамидзе К.Э., Санакоев М.К., Шварц В.А. Методика операции «Лабиринт ПБ» в хирургии фибрилляции предсердий, осложненной аритмогенной митральной недостаточностью. *Анналы аритмол.* 2020;17(2):68–83. doi: 10.15275/annaritm.2020.2.1
3. Bockeria L.A., Bockeria O.L., Fatulaev Z.F., Klimchuk I.Ya., Mironenko M.Yu., Diasamidze K.E., Sanakoev M.K., Shvartz V.A. Maze ПБ method in surgery for atrial fibrillation complicated by arrhythmogenic mitral regurgitation. *Annaly aritmologii = Annals of Arrhythmology.* 2020;17(2):68–83. [In Russian]. doi: 10.15275/annaritm.2020.2.1
4. Овчаренко Т.А., Круговихин Д.А., Старчик Д.А. Особенности строения левого ушка при различных формах сердца у женщин пожилого возраста. *Ж. анатомии и гистопатол.* 2018;7(2):58–62. doi: 10.18499/2225-7357-2018-7-2-58-62
5. Ovcharenko T.A., Krugovikhin D.A., Starchik D.A. Features of the left auricle with various heart shape among aged women. *Zhurnal anatomii i gis-topatologii = Journal of Anatomy and Histopathology.*

- 2018;7(2):58–62. [In Russian]. doi: 10.18499/2225-7357-2018-7-2-58-62
4. 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
5. 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
6. Старчик Д.А. Конституционально-типологические и структурные характеристики предсердий у женщин зрелого возраста. *Вестн. Нац. мед.-хирург. центра им. Н.И. Пирогова*. 2016;11(1):101–103.
- Starchik D.A. Constitutional features of heart valves in women at a mature age. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra imeni Nikolaya Ivanovicha Pirogova = Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center*. 2016;11(1):101–103. [In Russian].
7. Михайлов С.С. Клиническая анатомия сердца. М.: Медицина, 1987. 288 с.
- Mikhailov S.S. Clinical anatomy of the heart. Moscow: Meditsina, 1987. 288 p. [In Russian].
8. 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
9. 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
10. 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
11. Słodowska K., Szczepanek E., Dudkiewicz D., Hołda J., Bolechała F., Strona M., Lis M., Batko J., Koziej M., Hołda M.K. Morphology of the left atrial appendage: Introduction of a new simplified shape-based classification system. *Heart, Lung and Circulation*. 2021;30(7):1014–1022. doi: 10.1016/j.hlc.2020.12.006
12. Филиппова Е.С. Вариантная анатомия ушек сердца плода человека 21–26 недель развития. *Морфология*. 2008;133(2):142b.
- Filippova E.S. Variant anatomy of heart auricles in fetuses at 21–26 weeks of gestation. *Morfologiya = Morphology*. 2008;133(2):142b. [In Russian].
13. 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;3:1024–1030. doi: 10.1002/ca.23242
14. Panyawongkhanti M., Fuktongphan 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
15. Чаплыгина Е.В., Каплунова О.А., Евтушенко А.В., Каракозова Е.А., Маркевич А.В., Швырев А.А., Санькова И.В. Прикладные аспекты анатомического строения левого предсердия сердца человека. *Соврем. пробл. науки и образ.* 2015;(5):146–155.
- Chaplygina E.V., Kaplunova O.A., Evtushenko A.V., Karakozova E.A., Markevich A.V., Shvyrev A.A., San'kova I.V. Applied aspects of the anatomical structure of the human's heart left atrium. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education*. 2015;(5):146–155. [In Russian].
16. Üçerler H., Aktan İkiz Z.A., Özgür T. Human left atrial appendage anatomy and overview of its clinical significance. *Anadolu Kardiyol. Derg.* 2013;13(6):566–572. doi: 10.5152/akd.2013.181
17. Wongcharoen W., Tsao H.M., Wu M.H., Tai C.T., Chang S.L., Lin Y.J., Lo L.W., Chen Y.J., Sheu M.H., Chang C.Y., Chen S.A. Morphologic characteristics of the left atrial appendage, roof, and septum: Implications for the ablation of atrial fibrillation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2006;17(9):951–956. doi: 10.1111/j.1540-8167.2006.00549.x
18. Zabówka A., Jakiel M., Bolechała F., Jakiel R., Jasińska K.A., Hołda M.K. Topography of the oblique vein of the left atrium (vein of Marshall). *Kardiol. Pol.* 2020;78(78):688–693. doi: 10.33963/KP.15318
19. Su P., McCarthy K.P., Ho S.Y. Occluding the left atrial appendage: anatomical considerations. *Heart*. 2008;94(9):1166–1170. doi: 10.1136/hrt.2006.111989
20. Гапонов А.А., Якимов А.А. Анатомия гипомускулярных и безмышечных участков в зоне устья левого ушка сердца. *Вестн. нов. мед. технол. Электронное издание*. 2021;15(4):89–93. doi: 10.24412/2075-4094-2021-4-3-3
- Gaponov A.A., Iakimov A.A. Anatomy of the hypomuscular and unmuscular sites around the left atrial appendage ostium. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie = Journal of New Medical Technologies. eEdition*. 2021;15(4):89–93. [In Russian]. doi: 10.24412/2075-4094-2021-4-3-3
21. Buijtendijk M.F.J., Barnett P., van den Hoff M.J.B. Development of the human heart. *Am. J. Med. Genet.* 2020;184:7–22. doi: 10.1002/ajmg.c.31778

**Сведения об авторах:**

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

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

**Information about the authors:**

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

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

*Поступила в редакцию 23.11.2021*

*После доработки 20.12.2021*

*Принята к публикации 11.01.2022*

*Received 23.11.2021*

*Revision received 20.12.2021*

*Accepted 11.01.2022*