

УДК 611.141:611.127

DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ76057>

# Синтопия устьев лёгочных вен в левом предсердии сердца человека

А. А. Гапонов<sup>1</sup>, М. Е. Носкова<sup>1</sup>, А. А. Якимов<sup>1, 2</sup>✉<sup>1</sup> Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Российская Федерация;<sup>2</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** Синтопия структур левого предсердия (ЛП) относится к наименее изученным аспектам нормальной анатомии сердца. Морфометрические данные о положении устьев лёгочных вен в стенках ЛП по отношению к близлежащим структурам сердца и присердечных сосудов важны как референсные величины в кардиоморфологии, а также востребованы при эндоваскулярном лечении фибрилляций предсердий.

**Цель.** Методом морфометрии анатомических препаратов условно-нормального сердца взрослого человека установить общие закономерности и топоспецифические особенности локализации устьев лёгочных вен по отношению к овальной ямке и устьям полых вен.

**Материалы и методы.** Исследовали 54 влажных анатомических препарата сердца без макроскопических признаков гемодинамически значимой сердечной патологии. Препараты были получены от пациентов 35–89 лет, умерших от заболеваний, не связанных с болезнями сердца. Диастолу ЛП моделировали путём заполнения его полости силиконом, после затвердевания которого штангенциркулем измеряли расстояния от овальной ямки и устьев полых вен до устьев лёгочных вен.

**Результаты.** В статье представлены показатели вариации, медианы и крайние значения расстояний от овальной ямки и устьев полых вен до устьев лёгочных вен в месте их впадения в ЛП. Оценена значимость различий морфометрических параметров топографии, выполнен их корреляционный и однофакторный регрессионный анализ. Установлено, что наиболее сильная регрессионная зависимость характерна для значений ширины ЛП (X) и расстояния от устья верхней полых до устья левой нижней лёгочной вены (Y) ( $r^2 = 0,45$ ;  $X = 19,94 + 0,545Y$ ). Размеры сердца и длина ЛП не являлись значимыми предикторами для изучаемых параметров.

**Заключение.** Правые лёгочные вены по сравнению с левыми закономерно находились ближе к устьям полых вен, а также к овальной ямке. Самым узким было пространство между впадениями верхней полых и правой верхней лёгочной вены. Наиболее далеко от устьев обеих полых вен находилось устье левой нижней лёгочной вены. Наиболее сильные корреляционные взаимосвязи характерны для расстояний от устьев обеих полых вен до устьев гомолатеральных лёгочных вен, что предлагаем считать одним из критериев гармоничности строения предсердного комплекса.

**Ключевые слова:** анатомия сердца человека; морфометрия сердца; сердце; левое предсердие; лёгочные вены; овальная ямка

## Для цитирования:

Гапонов А.А., Носкова М.Е., Якимов А.А. Синтопия устьев лёгочных вен в левом предсердии сердца человека // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2022. Т. 30, № 1. С. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ76057>

DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ76057>

# Syntopy of Pulmonary Vein Orifices in the Left Atrium of the Human Heart

Anton A. Gaponov<sup>1</sup>, Mariya E. Noskova<sup>1</sup>, Andrey A. Yakimov<sup>1, 2</sup> ✉<sup>1</sup> Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russian Federation;<sup>2</sup> Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The syntopy of the left atrial (LA) structures is the least studied aspect of the normal heart anatomy. The morphometric data on the position of orifices of the pulmonary veins in the LA walls relative to the adjacent heart structures and heart vessels are important as reference parameters of heart morphology and are needed in the endovascular treatment of atrial fibrillations.

**AIM:** To establish the general patterns and topospecific peculiarities of the location of the pulmonary vein orifices relative to the oval fossa and orifices of the venae cavae using morphometric methods of anatomical preparations of conventionally normal adult human heart.

**MATERIALS AND METHODS:** Fifty-four wet anatomical preparations of the heart without macroscopic signs of hemodynamically significant cardiac pathology were studied. The preparations were obtained from patients aged 35–89 years who died from diseases not related to heart pathology. LA diastole was modeled by filling its cavity with silicone; after it hardened, the distances from the oval fossa and orifices of the venae cavae to the orifices of the pulmonary veins were measured using sliding calipers.

**RESULTS:** The article presents variation, medians, and extreme values of distances from the oval fossa and orifices of the venae cavae to the orifices of the pulmonary veins at the site of their opening to LA. The significance of differences of morphometric parameters of the topography was evaluated, and their correlation and one-way regression analyses were implemented. The strongest regression dependence was found for LA width and distance from the orifice of the superior vena cava to the orifice of the left inferior pulmonary vein ( $Y$ )  $r^2 = 0.45$ ;  $X = 19.94 + 0.545Y$ ). The heart dimensions and LA length were not significant predictors for the studied parameters.

**CONCLUSION:** The right pulmonary veins were located expectedly closer to the orifices of the venae cavae and the oval fossa than the left pulmonary veins. The narrowest was the space between the orifices of the superior vena cava and the right superior pulmonary vein. The farthest from the orifices of both venae cavae was the orifice of the left inferior pulmonary artery. The strongest correlation relationships were characteristic of the distances from the orifices of both venae cavae to the orifices of the homolateral pulmonary veins, which we propose to consider as one of the criteria of the harmoniousness of the structure of the atrial complex.

**Keywords:** *human heart anatomy; heart morphometry; heart; left atrium; pulmonary veins; oval fossa*

## For citation:

Gaponov AA, Noskova ME, Yakimov AA. Syntopy of Pulmonary Vein Orifices in the Left Atrium of the Human Heart. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2022;30(1):5–12. DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ76057>

Received: 15.07.2021

Accepted: 23.11.2021

Published: 31.03.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ76057>

# 左心房的肺静脉口结构形态的研究

Anton A. Gaponov<sup>1</sup>, Mariya E. Noskova<sup>1</sup>, Andrey A. Yakimov<sup>1, 2</sup> ✉<sup>1</sup> Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russian Federation;<sup>2</sup> Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation

## 摘要

**绪论:** 左心房 (LA) 的结构形态是心脏正常解剖中研究最少的一个方面。关于肺静脉口在左心房壁上的位置与相邻心脏结构和心房血管的关系的形态学数据, 作为心脏形态学的参考值非常重要, 也是心房颤动血管内治疗的需要。

**目的:** 通过对正常成人心脏解剖标本的形态测量, 建立肺静脉口与卵圆窝和腔静脉口定位的一般规律性和顶部特征。

**材料与方法:** 检查了54个没有血液动力学意义上的心脏病变的宏观迹象的湿的解剖学心脏标本。样本来自35—89岁死于非心脏疾病的病人。用硅胶填充左心房的空腔来模拟其舒张, 硬化后用卡尺测量从卵圆窝和腔静脉口到肺静脉口的距离。

**结果:** 文章介绍了从卵圆窝和空心静脉口到肺静脉口流入左心房时的距离的变化、中位数和极端值。评估了地形形态参数差异的显著性, 并进行了相关分析和单因素回归分析。结果表明, 左心房宽度 (X) 和上腔静脉口至左下肺静脉口距离 (Y) 的回归相关性最强 ( $R^2=0.45$ ;  $X=19.94 + 0.545Y$ )。心脏的大小和左心房的长度并不是研究参数的显著预测因素。

**结论:** 右肺静脉较左肺静脉更自然地靠近中空静脉口, 也更靠近卵圆窝。最窄的是上腔静脉和右上肺静脉汇合处的间隙。离两个中空静脉口最远的是左下肺静脉口。最强的相关性是两个中空静脉口到同侧肺静脉口的距离特征, 我们建议将其作为衡量心房复合体结构和谐度的标准之一。

**关键词:** 人体心脏解剖; 心脏形态测量; 心脏; 左心房; 肺静脉; 卵圆窝

## For citation:

Gaponov AA, Noskova ME, Yakimov AA. Syntopy of Pulmonary Vein Orifices in the Left Atrium of the Human Heart. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2022;30(1):5–12. DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ76057>

## 略语表

SVC — 上腔静脉  
PV — 肺静脉  
LSPV — 左上肺静脉

LIPV — 左下肺静脉  
LA — 左心房  
IVC — 下腔静脉  
RSPV — 右上肺静脉  
RIPV — 右下肺静脉

## 绪论

左心房的结构和地形图是目前心脏正常解剖中研究最少的一个方面。在心脏形态学的基本指南中，对左心房的正常解剖结构描述非常少[1, 2]。有一些出版物描述了左心房心外地形图的要素：左心房与纵隔血管、食道、左迷走神经、膈神经的关系[3—6]，而左心房局部（心内）地形图的研究尚不充分。

肺静脉心肌臂出现不典型心肌细胞后，在一定条件下可作为室上性心律失常的形态学基质，引起了研究者对左心房解剖的兴趣。然而，这些研究有两个方向。一是对左心房壁微结构组织的研究，二是对心脏病患者根据临床指征用放射诊断法对左心房的研究。对于无心脏病史的患者尸体材料所获得的左心房宏观解剖信息，这类出版物是罕见的[4, 6]。根据对Scopus、PubMed和Web of Science Core Collection中检索的近半个世纪（1970—2020年）的原始文章的信息检索和分析，左心房局部地形图是10项解剖学研究的主题，正常的肺静脉口的解剖在14份出版物中发表。

在S. Whitman等人的一篇综述文章中，描述肺静脉的口部时，重点是它们的数量和肺静脉壁中心肌袖的存在[6]。在S. Y. Ho等人的研究，重点是左心房的肌层结构以及该心室与邻近结构的结构与地形关系[5, 7]，但左心房的局部合成特征是描述性的，没有使用形态测量。空洞口与肺静脉口之间距离的定量数据，椭圆形窝到肺静脉口的距离在正常解剖学文献中尚未发现。目前还不知道心脏或左心房的大小，上述距离中的一个或另一个的大小可以预测出最大的可靠性。同时，关于卵圆窝、腔静脉和肺静脉口之间距离的准确形态测量数据，以及对这些尺寸、心脏大小和左心房尺寸之间关系的了解，对于计划和实施介入治疗，特别是经心房电击术和心脏起搏器的异位射频消融术是至关重要的[3, 4]。这些形态数据将改善左心房的数学模型，训练神经网络来区分这个心室的正常和病理模式[8]。关于此类研究与基础生物医学的相关性，有关参数之间的关联和回归关系的存在和性质的信息将有助于理解心脏结构的模式，特别是左心房。形态学数据及其相关性可作为制定左心房结构解剖标准的基础，与《人体解剖学》专业的任务相对应。

目的是通过对正常成人心脏解剖标本的形态测量，建立肺静脉口与卵圆窝和腔静脉口定位的一般规律性和顶部特征。

## 材料与方法

心脏样本（n=54）是从尸体未被要求埋葬的死者身上获得的；不可能获得知情同意。在处理部门材料时，考虑了1996年1月12日第8号联邦法《关于埋葬和殡葬服务》（经修订的现行版本）第5条的要求。

该研究方案得到俄罗斯卫生部Ural State Medical University 联邦国家高等教育预算教育机构地方伦理委员会的批准（2020年11月20日第8号议定书）。

纳入标准：1）非心源性死亡；2）患者年龄在35至89岁之间；3）典型的左心位置；4）外部正常形成的心脏；5）心室与心房血管比例一致；6）心脏重量250–400克。

排除标准：1）冠心病并发症、心肌病、心脏瓣膜病、心脏手术迹象等宏观迹象；2）左心房上壁损伤或畸形；3）左心房壁上的肺静脉开口数量不典型。

对湿心脏标本进行形态测定，用液体硅胶填充左心房，模拟左心房舒张期。为此，将开膛破肚后的标本仔细洗净血块，在1%的福尔马林溶液中存放数小时至5天，然后将标本完全洗净福尔马林，之后用棉花夯实左心室和右心房，通过右肺上静脉口将左心房腔填充液态硅胶和固化剂。在硅树脂硬化过程中，标本被悬浮，使心脏的膈面高出水平面10–15，这个方向接近于心脏在正交位置的自然位置。硅胶固化后，为了更好地观察肺静脉壁口，对左心房进行了解剖。流入左心房区域的肺静脉口的数量，心脏和左心房的长度、宽度和前后尺寸，每个肺静脉口到卵圆窝和上、下腔静脉口的最短距离。形态测量是使用电子卡尺ShTS-1-125 0.01（CZI，切利亚宾斯克，俄罗斯联邦；精度为0.03毫米）进行的。

Statistica 10.0（Stat Soft Inc.，美国）使用Shapiro-Wilk W检验评估了数值的分布。如果分布偏离了正态分布，结果就以中位数、第25和75个百分位数（p25, p75）和极值来表示。方差分析采用Kruskal-Wallis H检验。在事后配对比较中，使用了两种不同敏感性的测试：Fisher最小显著差异测试（LSD测试）和Bonferroni测试。如果根据两种检验， $\alpha$ 不超过0.05，则认为差异显著。Spearman检验（Rs）用于相关分析。进行回归分析以评估心脏大小和左心房对肺静脉口形态参数值的影响，计算决定系数 $r^2$ ，预测变量对响应变量的影响在 $p < 0.01$ 时被认为是显著的。



## 结果

将空心静脉口至肺静脉口距离的8个参数进行多重比较（表 1），发现有显著性差异

（ $H = 309.8$ ； $p = 0.0$ ）。采用不同敏感性水平的统计标准进行两两比较，发现上腔静脉口到肺静脉口的所有距离值之间存在差异（ $p < 0.0003$ ）。

表 1中空静脉口和肺静脉之间的距离

距离		统计参数					
从静脉的口中	到静脉口	M, mm	Me, mm	p25-p75, mm	min-max, mm	VC	W; p
上腔静脉	RSPV	6.8	6.3	4.0-9.4	1.75-16.0	51	0.956; 0.077
	RIPV	25.6	25.0	21.0-28.3	9.0-46.3	27	0.968; 0.244
	LSPV	42.0	41.8	36.5-48.0	19.8-63.0	21	0.995; 0.999
	LIPV	51.6	50.4	45.2-59.2	29.0-73.9	18	0.986; 0.860
下腔静脉	RSPV	26.9	26.0	22.2-32.8	13.0-42.5	28	0.979; 0.562
	RIPV	19.3	18.9	16.2-22.3	8.0-31.7	28	0.975; 0.421
	LSPV	56.4	54.5	50.5-62.3	26.9-78.0	18	0.976; 0.496
	LIPV	51.5	51.0	45.3-56.4	35.6-71.7	15	0.986; 0.849

注：肺静脉：右上（右上肺静脉），右下（右下肺静脉），左上（左上肺静脉），左下（左下肺静脉）；M—平均数；Me—中位数；p25-p75—百分位数；min-max—极端值；CV—变异系数；p—用夏皮罗-威尔克检验假设数值在正常规律内的机会（W）。

右上肺静脉位于离上腔静脉口最近的位置（图 1）。这一距离的值具有最大的变化特征，其分布向较小的值偏移，因此与正态分布不同。离上腔静脉较远的是左下肺静脉的口部。该参数是上腔静脉到左上肺静脉距离的1.2倍，是上腔静脉到右下肺静脉口距离的1.7倍。上腔静脉到右下肺静脉的距离与下腔静脉到右上肺静脉的距离无差异（经LSD检验， $p = 0.42$ ）。相对于下腔静脉口，左上肺静脉口离下腔静脉口最远。这个距离是下腔静脉到右上肺静脉高2.1倍，是下腔静脉到右下肺静脉高3倍（ $p < 0.0008$ ）。下腔静脉到左肺静脉的中位距离差异仅为8%，在评估这些差异的显著性时，第一类误差的概率从LSD检验的0.002到Bonferroni检验的0.052不等。在四条肺静脉中，左下肺静脉口是唯一与两条腔静

脉口等距离的静脉（经LSD检验， $p = 0.94$ ）。

相关分析显示，下腔静脉口到右肺静脉口的距离（ $R_s = 0.75$ ）、下腔静脉口到左肺静脉口的距离（ $R_s = 0.79$ ）、从上腔静脉口至左肺静脉口（ $R_s = 0.73$ ）。从上腔静脉到右肺静脉口只有几段距离的平均强度相关（ $R_s = 0.41$ ）。与卵圆窝相比，所有病例的左肺静脉口均远于右肺静脉口（ $p < 0.0008$ ，表 2）。卵圆窝到右肺静脉口的距离值相关性密切（ $R_s = 0.77$ ），差异处于统计学意义的边缘（根据Bonferroni检验， $p = 0.069$ ）。左上肺静脉与左下肺静脉离卵圆窝的距离相同（ $p = 0.125$ ，根据Bonferroni检验），两者值也形成了相关对（ $R_s = 0.66$ ）。从卵圆窝到肺静脉口的其他距离之间的相关性较弱（ $R_s < 0.52$ ）。

表 2从卵圆窝到肺静脉口的距离

离卵圆窝的距离	统计参数					
	M, mm	Me, mm	p25-p75, mm	min-max, mm	VC	W; p
到右上肺静脉	19.6	19.2	15.0-22.5	10.0-30.8	27	0.974; 0.396
到右下肺静脉	14.8	14.0	11.8-18.2	8.6-30.4	32	0.910; 0.002
到左上肺静脉	48.2	45.8	43.0-50.0	28.8-62.5	15	0.968; 0.232
到左下肺静脉	44.0	43.8	41.1-47.3	26.0-57.7	14	0.961; 0.122

注：肺静脉：右上（右上肺静脉），右下（右下肺静脉），左上（左上肺静脉），左下（左下肺静脉）；M—平均数；Me—中位数；p25-p75—百分位数；min-max—极端值；CV—变异系数；p—用夏皮罗-威尔克检验假设数值在正常规律内的机会（W）。

单因素线性回归分析结果发现，左心房的长度以及心脏的整体尺寸对肺静脉口形态地形图

参数的影响没有统计学意义。由左心房的整体尺寸预测出的最可靠的参数是上腔静脉口到左下肺

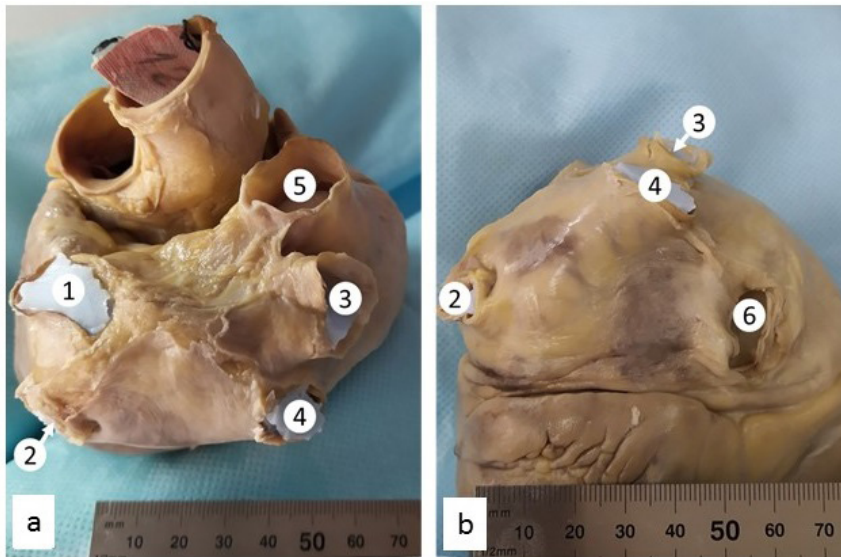


图 1 人左心房的 (A) 和 (B) 壁，有典型数量的肺静脉口。左上 (1)、左下 (2)、右上 (3) 和右下 (4) 肺静脉的支链。上腔静脉 (5) 和下腔静脉 (6) 的口。心脏样本 129 号。

静脉的距离。这个距离 (Y) 取决于左心房的宽度 ( $r^2=0.45$ ;  $X_1=19.94 + 0.545Y$ , 其中  $X_1$  为左心房宽度),  $r^2=0.36$ ,  $X_2=20.65 + 0.44Y$  时左心房矢状面尺寸较小 ( $X_2$ )。左心房的宽度对从上腔静脉口到右下肺静脉 ( $r^2=0.22$ )、到左上肺静脉 ( $r^2=0.19$ )、从下腔静脉口到右上肺静脉 ( $r^2=0.19$ )、到左上肺静脉 ( $r^2=0.29$ )、到左下肺静脉 ( $r^2=0.18$ ) 的距离的影响很弱。左心房的矢状尺寸对上腔静脉口到右下肺静

脉和左上肺静脉以及下腔静脉口到右上肺静脉的距离的贡献不超过 19% ( $r^2=0.19$ )。对于从全静脉到肺静脉的剩余距离, 左心房的宽度和矢状面大小不是显著的预测因素。

左心房的所有三个维度都以某种方式促进了从卵圆窝到上肺静脉的距离变化, 但在左心房长度、矢状面尺寸和从卵圆窝到下肺静脉的距离之间没有发现统计学上的显著关系 (表 3)。

表 3 确定系数表征左心房大小对从卵圆窝到肺静脉口距离的影响的回归线的角系数和决定系数

左心房大小 (预测变量)	离卵圆窝的距离 (反应变量)			
	到右上肺静脉	到右下肺静脉	到左上肺静脉	到左下肺静脉
长度	<b>0.19 (0.66)</b>	0.03 (0.27)	<b>0.26 (0.54)</b>	0.09 (0.38)
宽度	<b>0.35 (0.91)</b>	<b>0.19 (0.68)</b>	<b>0.34 (0.64)</b>	<b>0.24 (0.63)</b>
矢状面尺寸	<b>0.27 (0.69)</b>	0.09 (0.41)	<b>0.16 (0.38)</b>	0.06 (0.28)

注: LA—左心房。肺静脉: RSPV—右上肺静脉、RIPV—右下肺静脉、LSPV—左上肺静脉、LIPV—左下肺静脉。圆括号内为回归线的角系数。粗体斜体表示在  $\alpha = 0.01$  时, 有可能接受假设, 即相应的预测变量和响应变量之间存在线性关系

对于卵圆窝到肺静脉的距离, 最显著的预测因子是左心房的宽度。确定比率的比较表明, 左心房宽度对从该窝到上肺静脉距离变化的影响是同一指标对下肺静脉距离变化的贡献高 1.4—1.8 倍。对于《左心房宽度—从卵圆窝到右上肺静脉口的距离》这对变量中的回归线, 可以看到最大的角系数 (0.91)。提示左心房宽度增加 1 cm, 卵圆窝到右上肺静脉的距离增加约 9 mm, 到其他肺静脉口的距离增加为 6.3—6.8 mm ( $p < 0.01$ )。

## 讨论

本研究发现左心房壁多有四口肺静脉。肺部静脉口的数量分别为 70.8% (130 名有 92 名) [9] 和 73.2% (56 名有 41 名) [10]。T. Gupta 等人 (2019) 在 87% (30 例中有 26 例) [11] 病例中发现了这种变异, 这与我们的结果一致。右上肺静脉自然地穿过上腔静脉后面, 在上腔静脉和右心房之间。右下肺静脉在间隔区后方 [6]。两条右肺静脉的口子总是靠近房间隔和房间后沟 (Waterstone 沟)。当进入左心房时, 这条沟的

局部地形（它是右肺静脉和右心房静脉窦之间的褶皱）很重要[1]。研究中发现的肺静脉口与沃特斯通沟的接近表明，紧邻肺静脉的沟壑区域是进入左心房时操作风险最大的区域。有两个因素加重了这种风险：第一，从左冠状动脉包膜支延伸的心房窦房结动脉可能在这里通过[1]；第二，右肺静脉内侧壁存在薄的，有时无肌肉的区域。

在最初包括在样本中但后来由于肺静脉口数量不典型而被排除的四个样本中，左肺静脉以一个共同的口流入左心房，而右肺静脉总是孤立地流动。Z. A. A. Ikiz等人在左侧检出了14.3%的肺静脉共口，右侧检出3.6%的肺静脉共口[10]。同时，有文献表明，与左肺静脉相比，右肺静脉汇合的变化更为固有[12, 13]。因此，L. Prasanna等人在28%的病例中观察到右肺静脉的总口数，在6%的病例中观察到左肺静脉的总口数[12]。这些矛盾可能反映种族、生态和个体的变化，但同时它们也可能是方法论的性质，例如，与研究设计和样本群体形成标准的差异有关。

文献中有迹象表明，口数典型时，左肺静脉进入左心房的位置高于右肺静脉[7]。这些形态上的差异反映在肺静脉口与左房室口的距离上，特别是二尖瓣峡部的长度[14]，以及左外侧（左心房）脊的宽度—位于峡部的肌肉滚柱[15]。有研究表明，二尖瓣峡部的长度与左肺静脉入流变异无关[14]。肌束从前心房束（Bachman束）穿过这个脊，到达左心房的相邻壁和冠状窦的心肌偶联，通过再入机制成为形成脉冲通路的解剖基质[5, 7]。左肺静脉口至二尖瓣后瓣附着处的条件线可视为潜在消融线[16]。考虑到进入这些口的方法，重要的是不仅要知道它们与二尖瓣的距离，而且要知道它们与中空静脉口和椭圆形窝的距离，这是在这项工作中所研究的。

D. Sánchez-Quintana等人研究显示食道与左肺静脉口的接近，并发现左心房的后壁在自下而上的方向变薄[17]。T. Gupta等人研究了食道在连接上下肺静脉口的潜在消融线上的投影。据作者说，食道在左肺上静脉口附近穿过上线，下线大约在中、左三分之一口之间的边界。同样的作者提供了左心房口间距离的数据，但是我们可以比较得到的结果的形态学数据没有发现[11]。本研究证实左下肺静脉口距两静脉口的距离最

远。结果表明，上腔静脉口与左下肺静脉之间的距离可以通过左心房的宽度和矢状面大小来预测。考虑到与右肺静脉相比，左肺静脉末端有更好的心肌套筒，而且左肺静脉有更大的产生异位冲动的倾向[6]，这些发现对于规划房内介入治疗获得了临床意义。

## 结论

对于典型的（四口）肺静脉汇流变体进入左心房的心脏样本，肺静脉口与中空静脉口之间的距离不同：与左肺静脉相比，右肺静脉自然更靠近中空静脉的口部，也更靠近卵圆窝。最狭窄的空间在上腔静脉和右上肺静脉口之间（在沃特斯通沟的上部），离两个腔静脉口最远的地方是左下肺静脉口。最强的相关性是两个腔静脉口到同侧肺静脉口的距离的特点，这可以被认为是心房复合体和谐的标准之一。

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflicts of interests.

**Contribution of the authors:** A. A. Gaponov — research concept and design, collection and processing of material, data analysis, statistical processing, text writing; M. E. Noskova — processing of material, text editing; A. A. Yakimov — scientific guidance, research concept and design, data analysis, text writing and editing. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Финансирование.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Вклад авторов:** Гапонов А. А. — разработка концепции и дизайна исследования, изготовление препаратов, выполнение измерений, анализ данных, написание текста статьи; Носкова М. Е. — изготовление препаратов, выполнение измерений, редактирование текста статьи; Якимов А. А. — руководство работой, разработка концепции и дизайна исследования, анализ данных, написание и редактирование текста статьи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Андерсон Р., Спейсер Д., Хлавачек Э., и др. Хирургическая анатомия сердца по Уилконсу. М.: Логосфера; 2015.
2. Бокерия Л.А., Беришвили И.И. Хирургическая анатомия сердца. Т. 2. Нормальное сердце и физиология кровообращения. М.: НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2006.
3. Фальковский Г.Э. Строение сердца и анатомические основы его функции. М.: НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2014.
4. Чаплыгина Е.В., Каплунова О.А., Евтушенко А.В., и др. Прикладные аспекты анатомического строения левого предсердия сердца человека // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. С. 146–

155. Доступно по: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=22029>. Ссылка активна на 15.07.2021.

5. Ho S.Y., Cabrera J.A., Sanchez-Quintana D. Left atrial anatomy revisited // Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology. 2012. Vol. 5, № 1. С. 220–228. doi: [10.1161/CIRCEP.111.962720](https://doi.org/10.1161/CIRCEP.111.962720)
6. Whiteman S., Saker E., Courant V., et al. An anatomical review of the left atrium // Translational Research in Anatomy. 2019. Vol. 17. P. 100052. doi: [10.1016/j.tria.2019.100052](https://doi.org/10.1016/j.tria.2019.100052)
7. Ho S.Y., Sánchez-Quintana D. The importance of atrial structure and fibers // Clinical Anatomy. 2009. Vol. 22, № 1. P. 52–63.



- doi: [10.1002/ca.20634](https://doi.org/10.1002/ca.20634)
8. Kausar A, Razzak I, Shapiai M.I., et al. 3D shallow deep neural network for fast and precise segmentation of left atrium // *Multimedia Systems*. 2021. Vol. 39. P. 1–11. doi: [10.1007/s00530-021-00776-8](https://doi.org/10.1007/s00530-021-00776-8)
  9. Klimek–Piotrowska W., Hołda M.K., Piątek K., et al. Normal distal pulmonary vein anatomy // *PeerJ*. 2016. Vol. 4. P. e1579. doi: [10.7717/peerj.1579](https://doi.org/10.7717/peerj.1579)
  10. İkiz Z.A.A., Üçerler H., Özgür T. Anatomic characteristics of left atrium and openings of pulmonary veins // *Anadolu Kardiyoloji Dergisi*. 2014. Vol. 14, № 8. P. 674–678. doi: [10.5152/akd.2014.4968](https://doi.org/10.5152/akd.2014.4968)
  11. Gupta T., Cheema N., Randhawa A., et al. Translational anatomy of the left atrium and esophagus as relevant to the pulmonary vein antral isolation for atrial fibrillation // *Surgical and Radiological Anatomy*. 2020. Vol. 42, № 4. P. 367–376. doi: [10.1007/s00276-019-02327-3](https://doi.org/10.1007/s00276-019-02327-3)
  12. Prasanna L.C., Praveena R., D'Souza A.S., et al. Variations in the pulmonary venous ostium in the left atrium and its clinical importance // *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2014. Vol. 8, № 2. P. 10–11. doi: [10.7860/JCDR/2014/7649.3992](https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/7649.3992)
  13. Shukla L., Gaur N., Soni G., et al. Variation in number and

- drainage pattern of pulmonary veins draining into the left atrium // *Journal of the Anatomical Society of India*. 2012. Vol. 61, № 1. P. 5–8. doi: [10.1016/S0003-2778\(12\)80003-7](https://doi.org/10.1016/S0003-2778(12)80003-7)
14. Dudkiewicz D., Słodowska K., Jasińska K.A., et al. 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. Vol. 23, № 3. P. 100102. doi: [10.1016/j.tria.2020.100102](https://doi.org/10.1016/j.tria.2020.100102)
  15. Piątek–Koziej K., Hołda J., Tyrak K., et al. Anatomy of the left atrial ridge (coumadin ridge) and possible clinical implications for cardiovascular imaging and invasive procedures // *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 2020. Vol. 31, № 1. P. 220–226. doi: [10.1111/jce.14307](https://doi.org/10.1111/jce.14307)
  16. Cho Y., Lee W., Park E.–A., et al. The anatomical characteristics of three different endocardial lines in the left atrium: evaluation by computed tomography prior to mitral isthmus block attempt // *Europace*. 2012. Vol. 14, № 8. P. 1104–1111. doi: [10.1093/europace/eus051](https://doi.org/10.1093/europace/eus051)
  17. Sánchez–Quintana D., Cabrera J.A., Climent V., et al. Anatomic relations between the esophagus and left atrium and relevance for ablation of atrial fibrillation // *Circulation*. 2005. Vol. 112, № 10. P. 1400–1405. doi: [10.1161/CIRCULATIONAHA.105.551291](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.551291)

## REFERENCES

1. Anderson RH, Spicer DE, Hlavacek AM, et al. *Wilcox's Surgical Anatomy of the Heart*. Moscow: Logosfera, 2015. (In Russ).
2. Bokeriya LA, Berishvili I. *Khirurgicheskaya anatomiya serdtsa. Vol. 2. Normal'noye serdtse i fiziologiya krovoobrashcheniya*. Moscow: Nauchnyy tsentr serdechno-sosudistoy khirurgii imeni A.N. Bakuleva; 2006. (In Russ).
3. Fal'kovskiy GE. *Stroyeniye serdtsa i anatomicheskoye osnovy ego funktsii*. Moscow: Nauchnyy tsentr serdechno-sosudistoy khirurgii imeni A.N. Bakuleva; 2014. (In Russ).
4. Chaplygina EV, Kaplunova OA, Evtushenko AV, et al. Applied aspects of the anatomical structure of the human's heart left atrium. *Modern problems of science and education*. 2015;(5):146–55. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=22029>. Accessed: 2021 July 15. (In Russ).
5. Ho SY, Cabrera JA, Sanchez–Quintana D. Left atrial anatomy revisited. *Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology*. 2012;5(1):220–8. doi: [10.1161/CIRCEP.111.962720](https://doi.org/10.1161/CIRCEP.111.962720)
6. Whiteman S, Saker E, Courant V, et al. An anatomical review of the left atrium. *Translational Research in Anatomy*. 2019;17:100052. doi: [10.1016/j.tria.2019.100052](https://doi.org/10.1016/j.tria.2019.100052)
7. Ho SY, Sánchez–Quintana D. The importance of atrial structure and fibers. *Clinical Anatomy*. 2009;22(1):52–63. doi: [10.1002/ca.20634](https://doi.org/10.1002/ca.20634)
8. Kausar A, Razzak I, Shapiai MI, et al. 3D shallow deep neural network for fast and precise segmentation of left atrium. *Multimedia Systems*. 2021;9:1–11. doi: [10.1007/s00530-021-00776-8](https://doi.org/10.1007/s00530-021-00776-8)
9. Klimek–Piotrowska W, Hołda MK, Piątek K, et al. Normal distal pulmonary vein anatomy. *PeerJ*. 2016;4:e1579. doi: [10.7717/peerj.1579](https://doi.org/10.7717/peerj.1579)
10. İkiz ZAA, Üçerler H, Özgür T. Anatomic characteristics of left atrium and openings of pulmonary veins. *Anadolu Kardiyoloji Dergisi*.

- 2014;14(8):674–8. doi: [10.5152/akd.2014.4968](https://doi.org/10.5152/akd.2014.4968)
11. Gupta T, Cheema N, Randhawa A, et al. Translational anatomy of the left atrium and esophagus as relevant to the pulmonary vein antral isolation for atrial fibrillation. *Surgical and Radiological Anatomy*. 2020;42(4):367–76. doi: [10.1007/s00276-019-02327-3](https://doi.org/10.1007/s00276-019-02327-3)
12. Prasanna LC, Praveena R, D'Souza AS, et al. Variations in the pulmonary venous ostium in the left atrium and its clinical importance. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2014;8(2):10–1. doi: [10.7860/JCDR/2014/7649.3992](https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/7649.3992)
13. Shukla L, Gaur N, Soni G, et al. Variation in number and drainage pattern of pulmonary veins draining into the left atrium. *Journal of the Anatomical Society of India*. 2012;61(1):5–8. doi: [10.1016/S0003-2778\(12\)80003-7](https://doi.org/10.1016/S0003-2778(12)80003-7)
14. Dudkiewicz D, Słodowska K, Jasińska KA, et al. 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](https://doi.org/10.1016/j.tria.2020.100102)
15. Piątek–Koziej K, Hołda J, Tyrak K, et al. Anatomy of the left atrial ridge (coumadin ridge) and possible clinical implications for cardiovascular imaging and invasive procedures. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 2020;31(1):220–6. doi: [10.1111/jce.14307](https://doi.org/10.1111/jce.14307)
16. Cho Y, Lee W, Park E.–A, et al. 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):1104–11. doi: [10.1093/europace/eus051](https://doi.org/10.1093/europace/eus051)
17. Sánchez–Quintana D, Cabrera JA, Climent V, et al. Anatomic relations between the esophagus and left atrium and relevance for ablation of atrial fibrillation. *Circulation*. 2005;112(10):1400–5. doi: [10.1161/CIRCULATIONAHA.105.551291](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.551291)

## ОБ АВТОРАХ

Гапонов Антон Александрович;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6681-7537>;  
e-Library SPIN: 2841-6740; e-mail: [gagaponov@gmail.com](mailto:gagaponov@gmail.com)

Носкова Мария Евгеньевна;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6291-4700>;  
e-Library SPIN: 1403-9703; e-mail: [margog9906@gmail.com](mailto:margog9906@gmail.com)

\*Якимов Андрей Аркадьевич, к.м.н., доцент;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8267-2895>;  
e-Library SPIN: 8618-2991; e-mail: [ayakimov07@mail.ru](mailto:ayakimov07@mail.ru)

## AUTHOR'S INFO

Anton A. Gaponov;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6681-7537>;  
e-Library SPIN: 2841-6740; e-mail: [gagaponov@gmail.com](mailto:gagaponov@gmail.com)

Mariya E. Noskova;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6291-4700>;  
e-Library SPIN: 1403-9703; e-mail: [margog9906@gmail.com](mailto:margog9906@gmail.com)

\*Andrey A. Yakimov, MD, Cand. Sci (Med.), Associate Professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8267-2895>;  
e-Library SPIN: 8618-2991, e-mail: [ayakimov07@mail.ru](mailto:ayakimov07@mail.ru)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author