

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ АНАТОМИИ

**«МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАПАНА АОРТЫ И
ЛЕГОЧНОГО СТВОЛА ВЗРОСЛОГО
ЧЕЛОВЕКА»**

**к.м.н., доцент Пасюк Анна Андреевна
Володько Артем Владимирович,
5 курс, леченый факультет;**

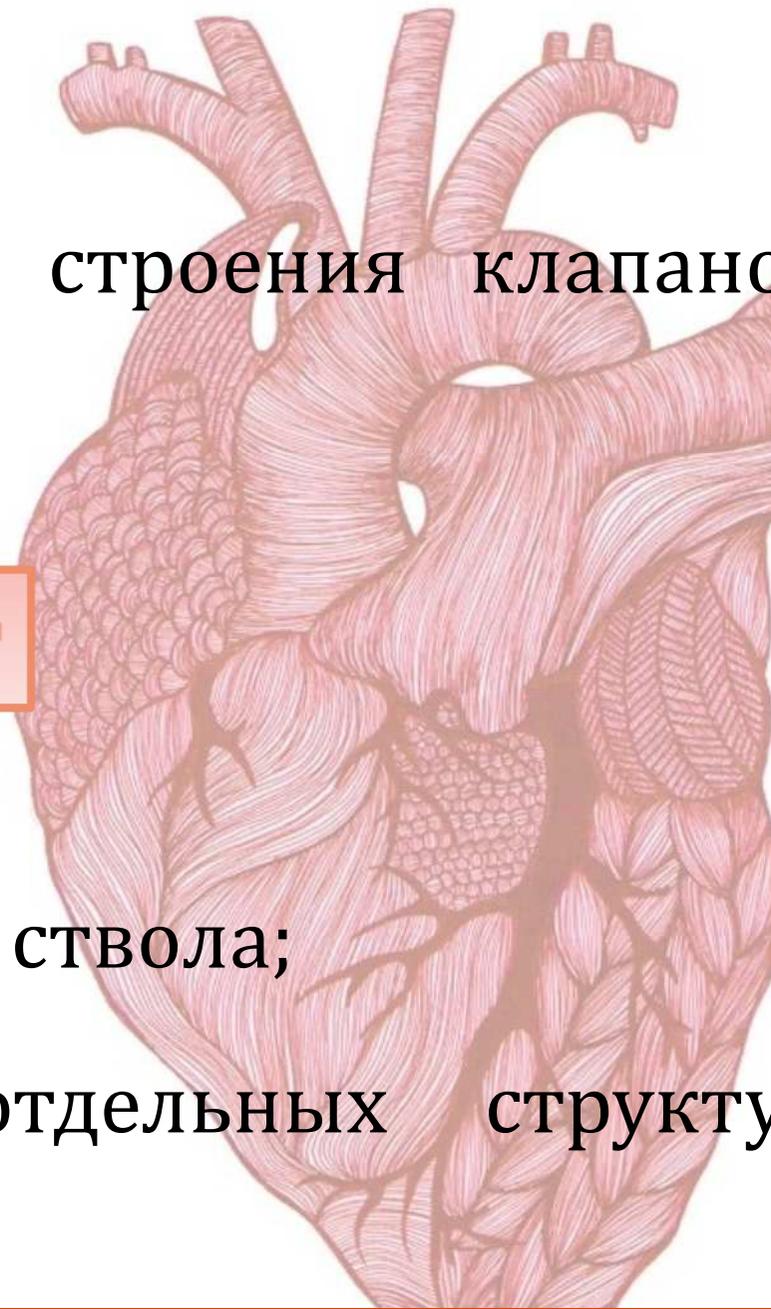
Минск, 2020

Цель научной работы –

показать анатомические особенности строения клапана легочного ствола и аорты.

Задачи научной работы –

Изучить строение клапана легочного ствола;
Изучить строение клапана аорты;
Определить взаимозависимость отдельных структур обоих клапанов.



Актуальность научной работы

Полученные результаты дополняют и уточняют данные по строению клапана аорты и легочного ствола человека.

Ведущая причина смерти в Республике Беларусь – сердечно-сосудистые заболевания. Совершенствование способов лечения и диагностики этих заболеваний являются одними из приоритетных направлений медицины.

Данные могут быть использованы при проведении морфологических исследований, выполнении оперативных вмешательств на сердце человека, а также в диагностике заболеваний клапанного аппарата.

Материалы и методы

В работы было исследовано **30 сердец** человека обоих полов.

Морфологическим методом изучены особенности строения и положения полулунных заслонок клапана легочного ствола и аорты.

Морфометрическим методом измерены :

Диаметр легочного ствола и сино-тубулярного соединения аорты;

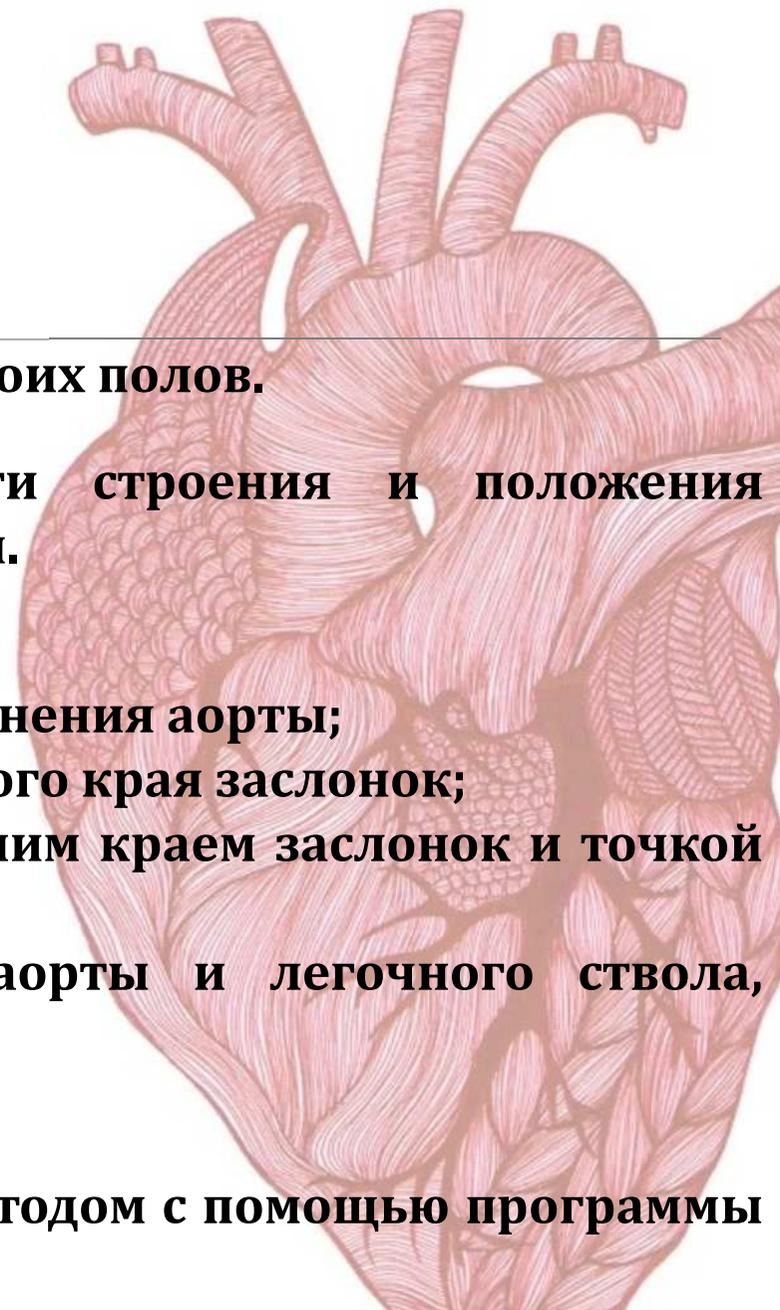
Длина свободного края, высота, длина фиксированного края заслонок;

Ширина и длина комиссур, расстояние между верхним краем заслонок и точкой их прикрепления;

Межкомиссуральные расстояние, длина синуса аорты и легочного ствола, расстояние от стенки ствола до узелка;

Длина, высота, положение узелка.

Числовой материал обработан **статистическим** методом с помощью программы Microsoft Office Excel и Statistica 10.0.



Формулы, использованные для математических расчетов

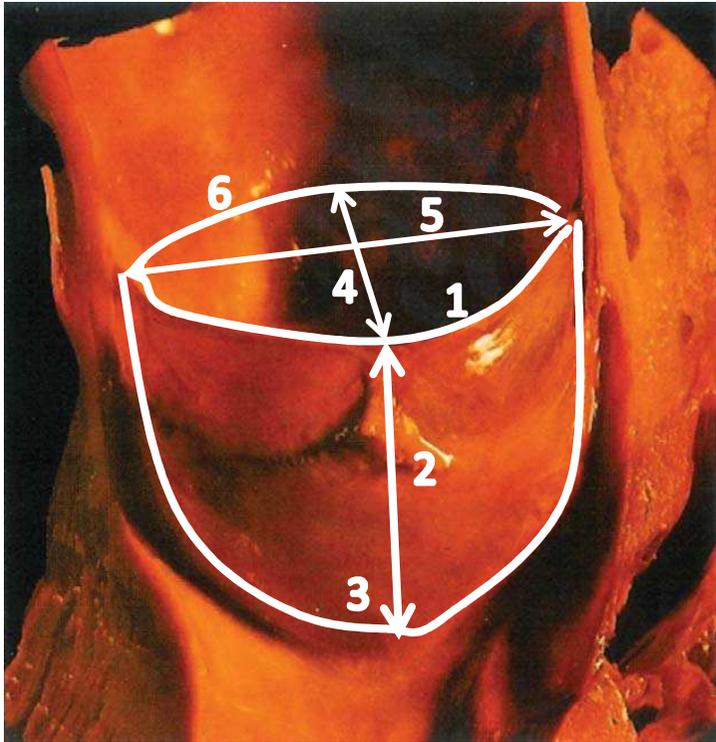


рис. 1 – Схема строения клапана, где
1 – длина свободного края;
2 – высота;
3 – длина фиксированного края заслонки;
4 – расстояние от стенки сосуда до наиболее
отдаленной точки;
5 – межспаечное расстояние;
6 – радиус аорты.

Формула 1.

$$\sqrt{\quad}$$

где S – площадь треугольника;
 p – полупериметр треугольника;
 a, b, c – стороны треугольника.

Формула 2.

—

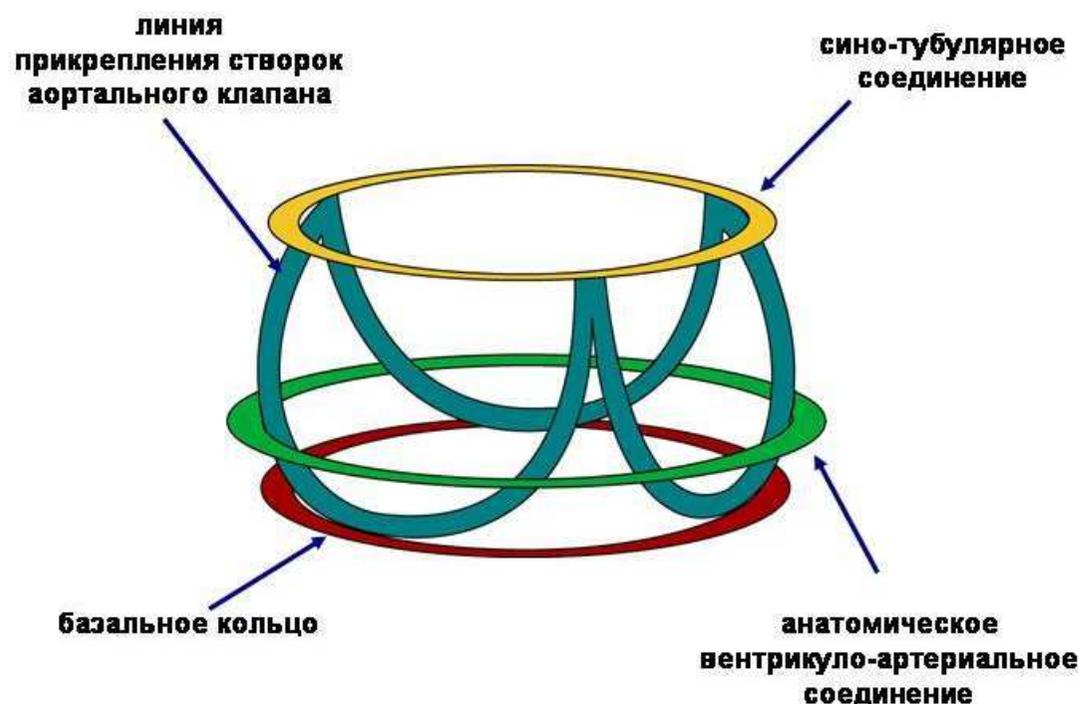
где M – межспаечное расстояние;
 N – расстояние от стенки сосуда до узелка.

Формула 3.

Где r – радиус сосуда.

Результаты и их обсуждение

Размеры сино-тубулярного соединения аорты и диаметра легочного ствола



Средние размеры сино-тубулярного соединения аорты (n=15):

$$d = 23,18 \pm 1,20 \text{ мм.}$$

Средний диаметр клапана легочного ствола (n=15):

$$d = 21,50 \pm 0,56 \text{ мм.}$$

Рис. 2 – Схема строения клапана аорты

Размеры сино-тубулярного соединения аорты и диаметра легочного ствола

В результате исследования установлено, что просвет аорты на уровне сино-тубулярного соединения достоверно больше просвета аорты на уровне кольца основания в среднем на 15,27%. При этом отношение кольца основания к сино-тубулярному соединению в нашем исследовании составило 0,85, что при данных значениях соответствует данным Kunzelman[1].

Иными словами, этот количественный анализ анатомии корня аорты подтверждает теорию Да Винчи об вихревых потоках, созданными сино-тубулярным гребнем. Однако в различных исследованиях значения этих соотношений имеют расхождения [2].

Наличие спаек клапанов легочного ствола аорты

Спайки – это соприкосновение смежных заслонок в месте прикрепления к сосуду своими проксимальными краями.

Проксимальный край – это часть свободного края заслонки, которая прикрепляется к стенке аорты или легочного ствола.

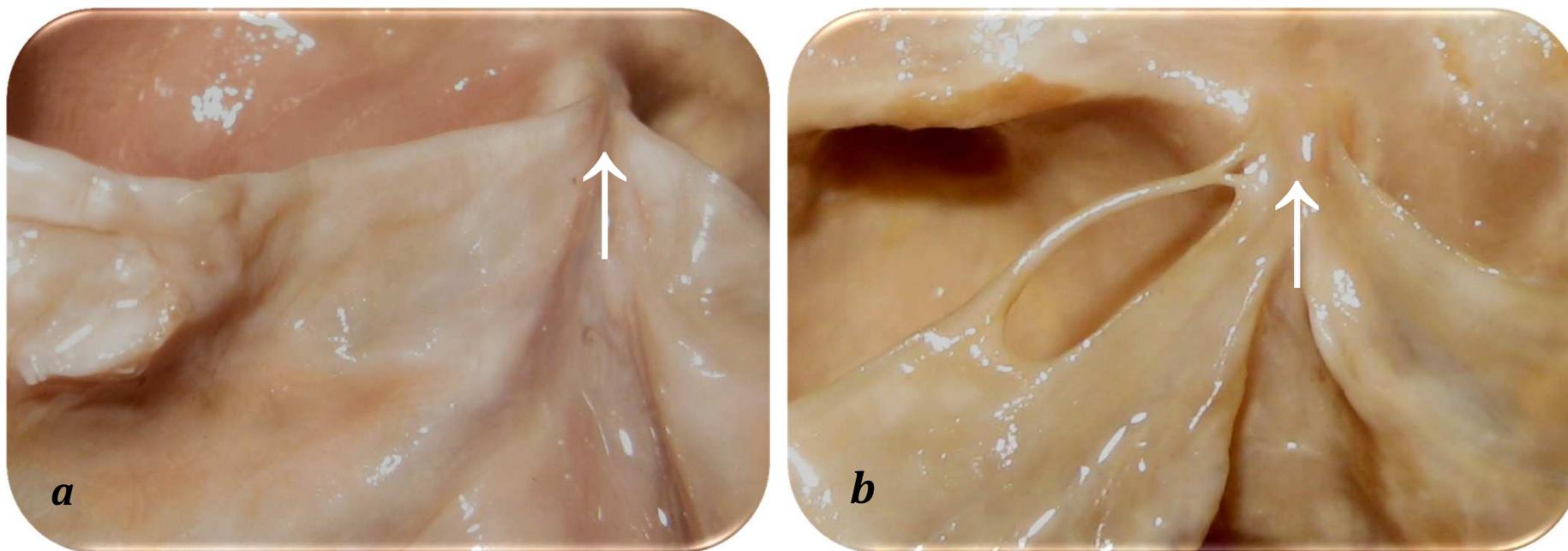
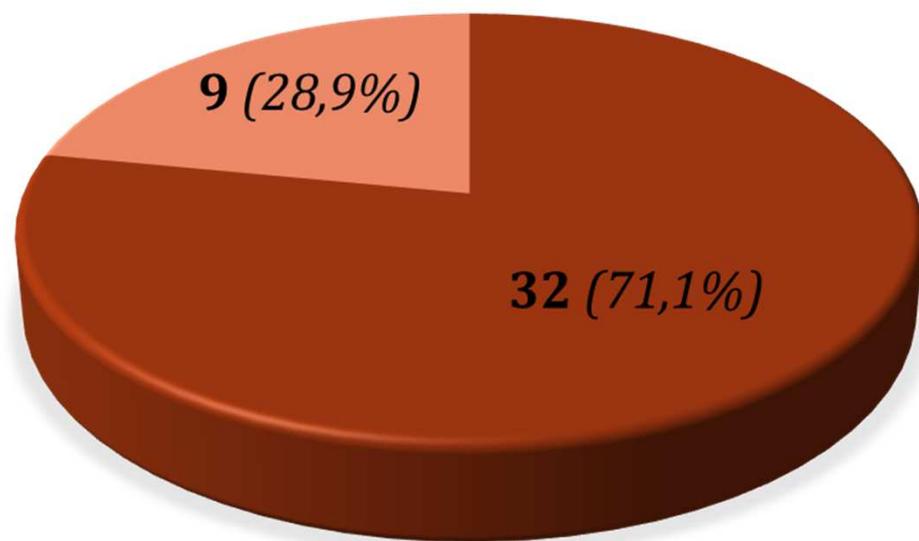


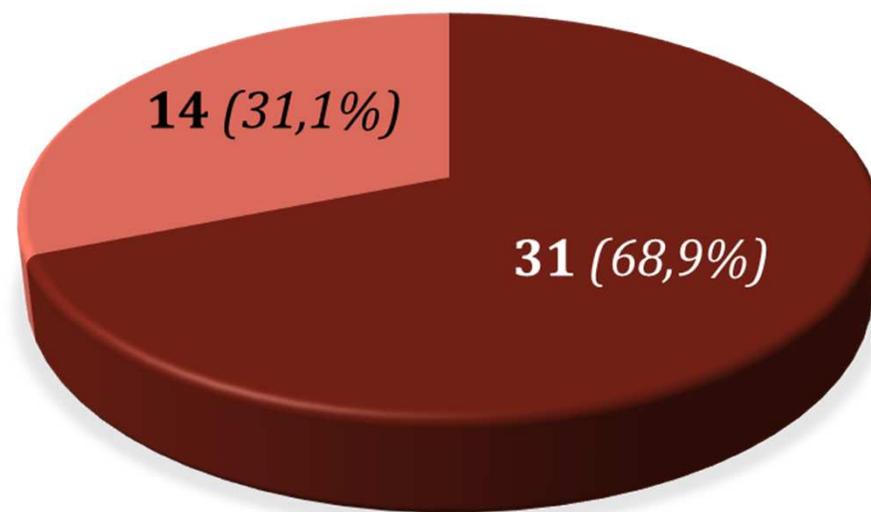
Рис. 3 – Спайки клапанов (указаны стрелками): *a* – спайка есть, *b* – спайки нет.

Наличие спаек клапанов легочного ствола аорты



■ Есть спайка ■ Нет спайки

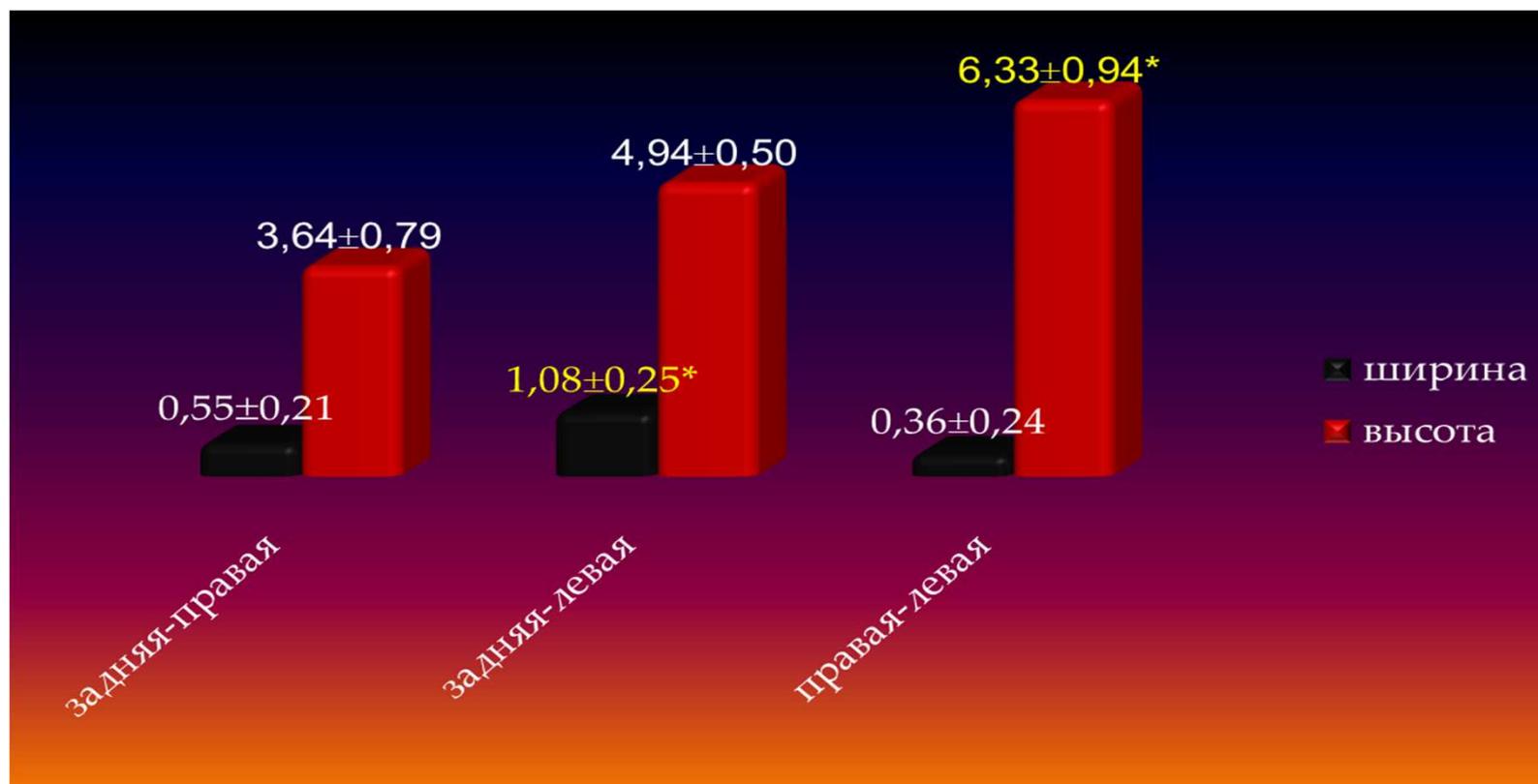
Рис. 4 – Наличие спаек клапана аорты (n=45)



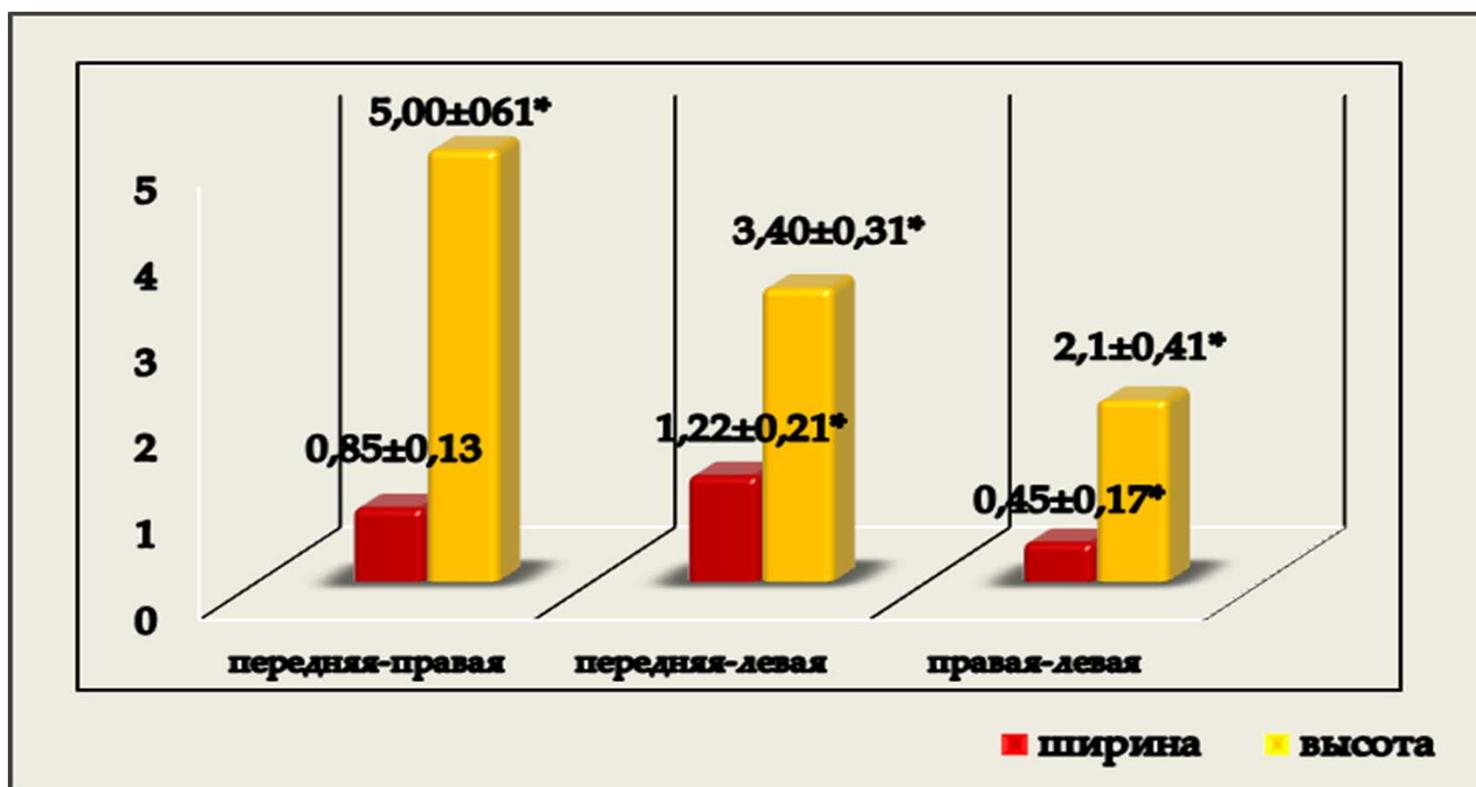
■ Есть спайки ■ Нет спаек

Рис. 5 – Наличие спаек клапана легочного ствола (n=45)

Таким образом, было определено, что в клапане аорты ширина задне-левой спайки больше право-левой, а высота право-левой спайки больше задне-правой



В клапане легочного ствола наибольшая ширина у передне-левой спайки, а наименьшая – у право-левой. Наибольшая высота у передне-правой спайки, наименьшая – у право-левой.



Расположение узелков на заслонках клапана аорты и легочного ствола



Рис. 6 – Клапан аорты, где
1 – узелок, 2 – луночка

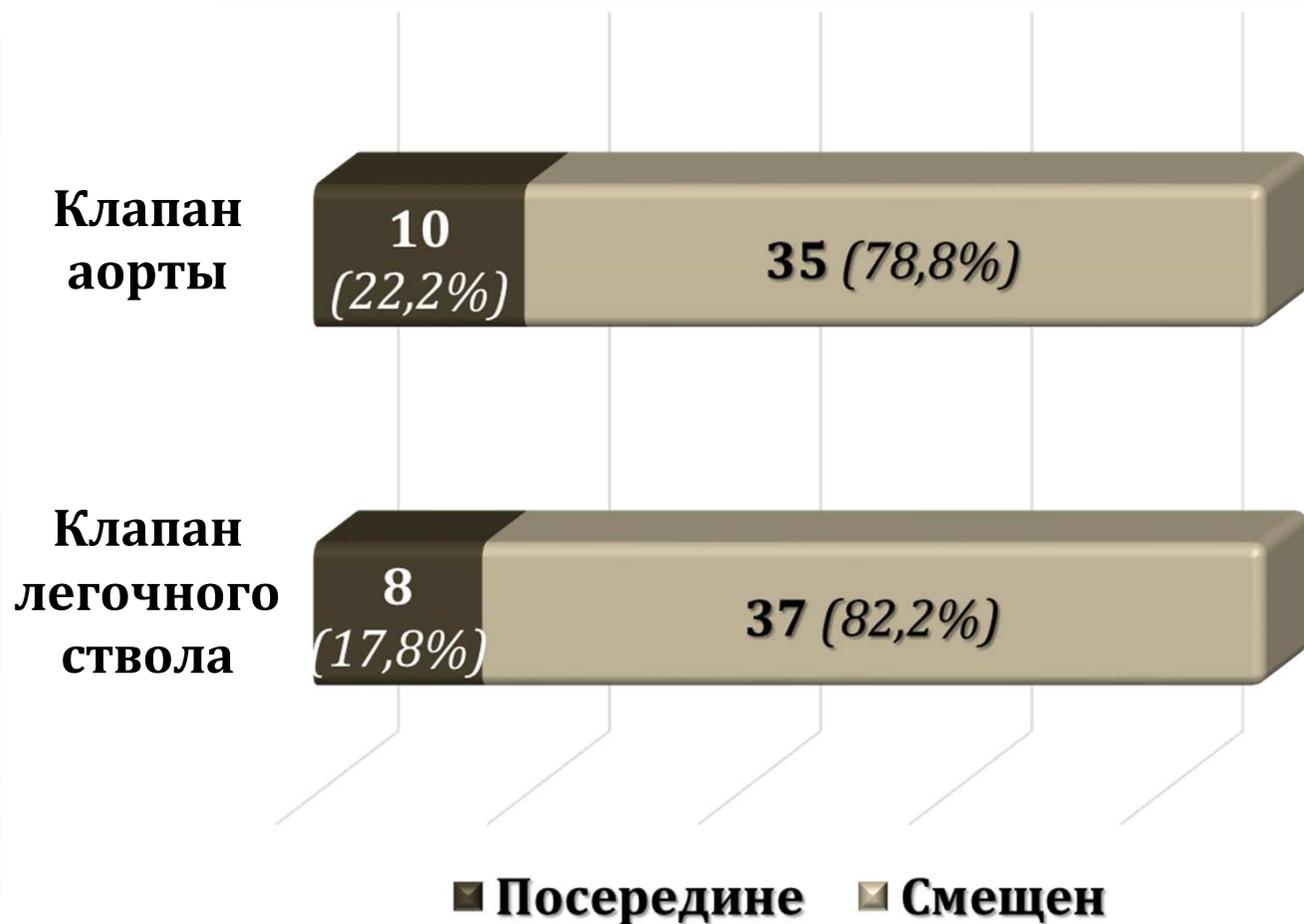


Рис. 7 – Расположение узелков клапана аорты и легочного ствола (n=45)

Расположение узелков на заслонках клапана аорты и легочного ствола

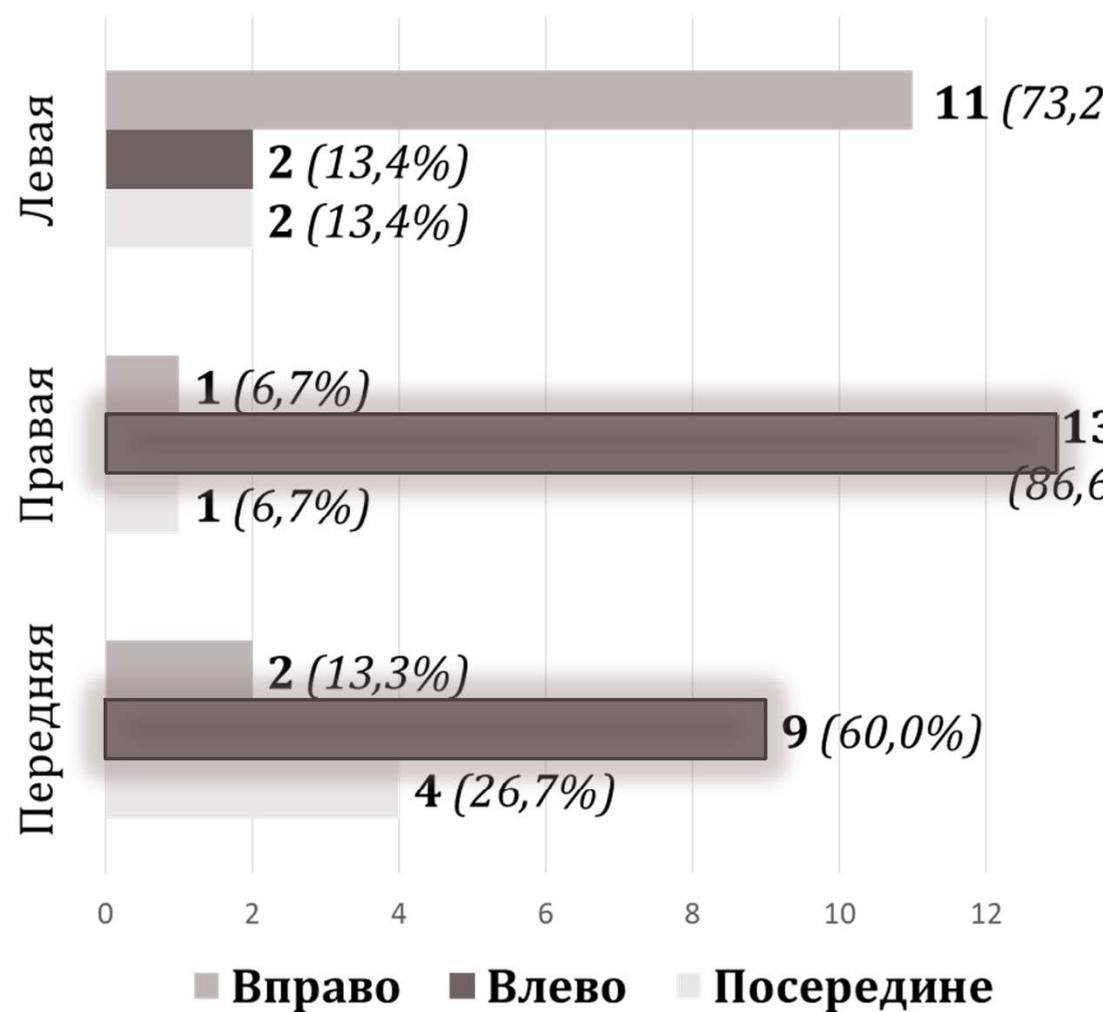
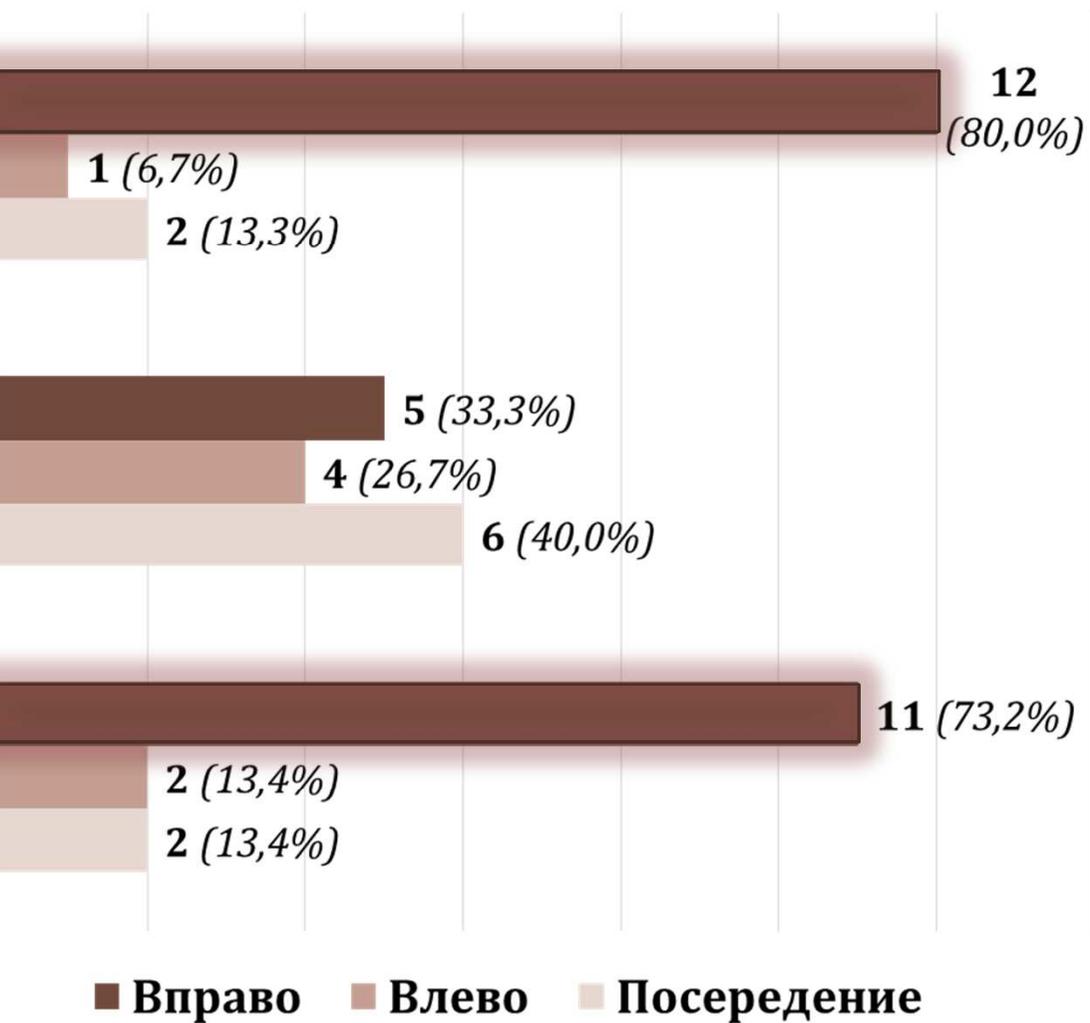


Рис. 8 – Расположение узелков на заслонках клапана аорты (n=15)

Рис. 9 – Расположение узелков на заслонках клапана легочного ствола (n=15)

Смыкание заслонок клапанов аорты и легочного ствола

Учитывая, что в большинстве случаев в правой заслонке узелок смещен влево, в левой – вправо, а в задней – вправо или посередине, то место смыкания всех 3-х узелков будет смещено несколько **вправо и вниз**.

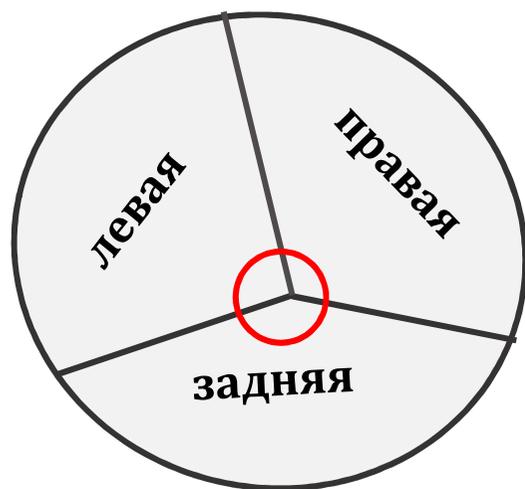


Рис. 10 – Схема смыкания заслонок клапана аорты во время систолы

Учитывая, что в большинстве случаев в правой заслонке узелок смещен влево, в левой – вправо, а в передней – влево и посередине, то место смыкания всех 3-х узелков будет смещено несколько **влево**.



Рис. 11 – Схема смыкания заслонок клапана легочного ствола во время систолы

Высота заслонок клапанов аорты и легочного ствола

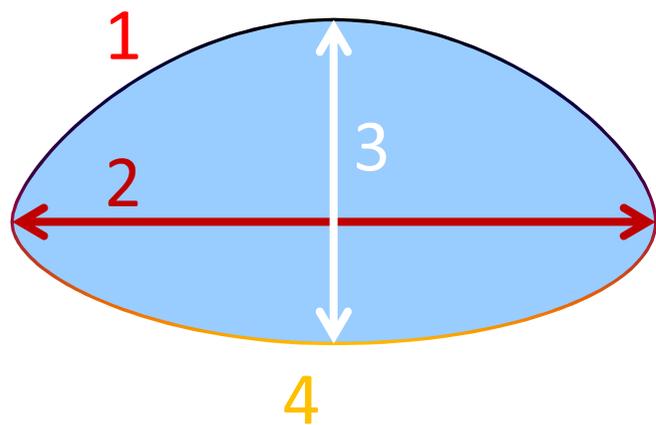
Таблица 1 – Среднее значение высоты заслонок клапана аорты (n=15)

	<i>Задняя заслонка</i>	<i>Правая заслонка</i>	<i>Левая заслонка</i>
Высота заслонки, мм	14,69±1,20	13,42±0,60	14,25±0,43

Таблица 2 – Среднее значение высоты заслонок клапана легочного ствола (n=15)

	<i>Передняя заслонка</i>	<i>Правая заслонка</i>	<i>Левая заслонка</i>
Высота заслонки, мм	15,90±0,31	17,00±0,39	15,20±0,29

Форма заслонок клапанов аорты и легочного ствола



1 – длина свободного края
2 – межспаечное расстояние
3 – расстояние до наиболее удаленной точки
4 – длина синуса легочного ствола

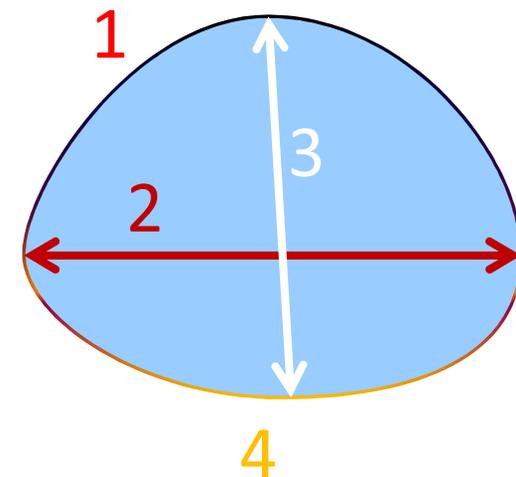


Рис. 12 – Схема заслонки

При анализе полученных данных было отмечено, что при относительно большом межспаечном расстоянии и малом расстоянии до узелка, длина свободного края приблизительно такая же, как и при малом межспаечном расстоянии и большом расстоянии до узелка.

Расположение полулунных заслонок клапана аорты и легочного ствола

Используя формулу 2, были рассчитаны коэффициенты К. Было выяснено, что полулунная заслонка имеющая наименьший коэффициент (К), больше всего выступает в полость сосуда.

Таблица 3 - Средние значения коэффициентов К заслонок клапана аорты (n=15)

	<i>Задняя заслонка</i>	<i>Правая заслонка</i>	<i>Левая заслонка</i>
К	1,72±0,38	1,76±0,09	1,30±0,09*

Таблица 4 - Средние значения коэффициентов К заслонок клапана легочного ствола (n=15)

	<i>Передняя заслонка</i>	<i>Правая заслонка</i>	<i>Левая заслонка</i>
К	1,24±0,18*	1,53±0,11	1,27±0,08

Левая полулунная заслонка аорты имеет наименьший коэффициент (K) ($P \leq 0,05$), следовательно она больше всего выступает в полость аорты



«Рабочее» пространство клапанов аорты легочного ствола

Установлено, что у каждой полулунной заслонки длина свободного края превышает как длину свободного края, так и длину синуса аорты, что с геометрической точки зрения достаточно для того, чтобы в систолу полулунная заслонка могла выгибаться в синус аорты. Однако этого не происходит, так как в систолу в луковице аорты существуют вихревые потоки, которые препятствуют прикосновению полулунных заслонок со стенкой аорты в систолу.

Таким образом, пространство, через которое в систолу направляется кровь (условно назовем его «рабочее пространство») напоминает по форме треугольник, который располагается в соотношении с окружением круга.

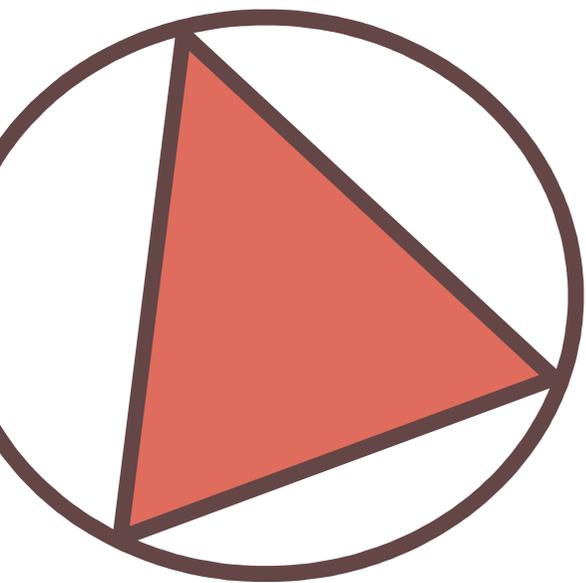


Рис. 13 – Схема расположения заслонок в клапане во время систолы

«Рабочее» пространство клапанов аорты и легочного ствола

Предположив, что «рабочее пространство» имеет форму треугольника, который располагается в сосуде в форме круга, нами были вычислены площади «рабочего пространства» и сосуда по формуле 1 и 3.

Затем была вычислена доля «рабочего пространства» в сосуде.

Таблица 5 - Средние значения доли «рабочего пространства» клапана аорты и легочного ствола (n=15)

$$\text{Доля} = \frac{S_o}{S}$$

	<i>В аорте</i>	<i>В легочном стволе</i>
Доля	2,1±0,49	1,97±0,59

Установлено, что доля «рабочего пространства» клапана аорты и клапана легочного ствола примерно одинаковы и составляют приблизительно половину.

Площади заслонок клапанов аорты и легочного ствола

Используя формулу 1, были вычислены площади заслонок.

Таблица 6 – Средние значения площади заслонок клапана аорты (n=15)

	<i>Задняя заслонка</i>	<i>Правая заслонка</i>	<i>Левая заслонка</i>
Площадь заслонки, мм²	342,78±68,52	357,87±24,04	317,50±20,57

Таблица 7 – Средние значения площади заслонок клапана легочного ствола (n=15)

	<i>Передняя заслонка</i>	<i>Правая заслонка</i>	<i>Левая заслонка</i>
Площадь заслонки, мм²	430,89±49,46	486,31±66,29	450,51±53,10

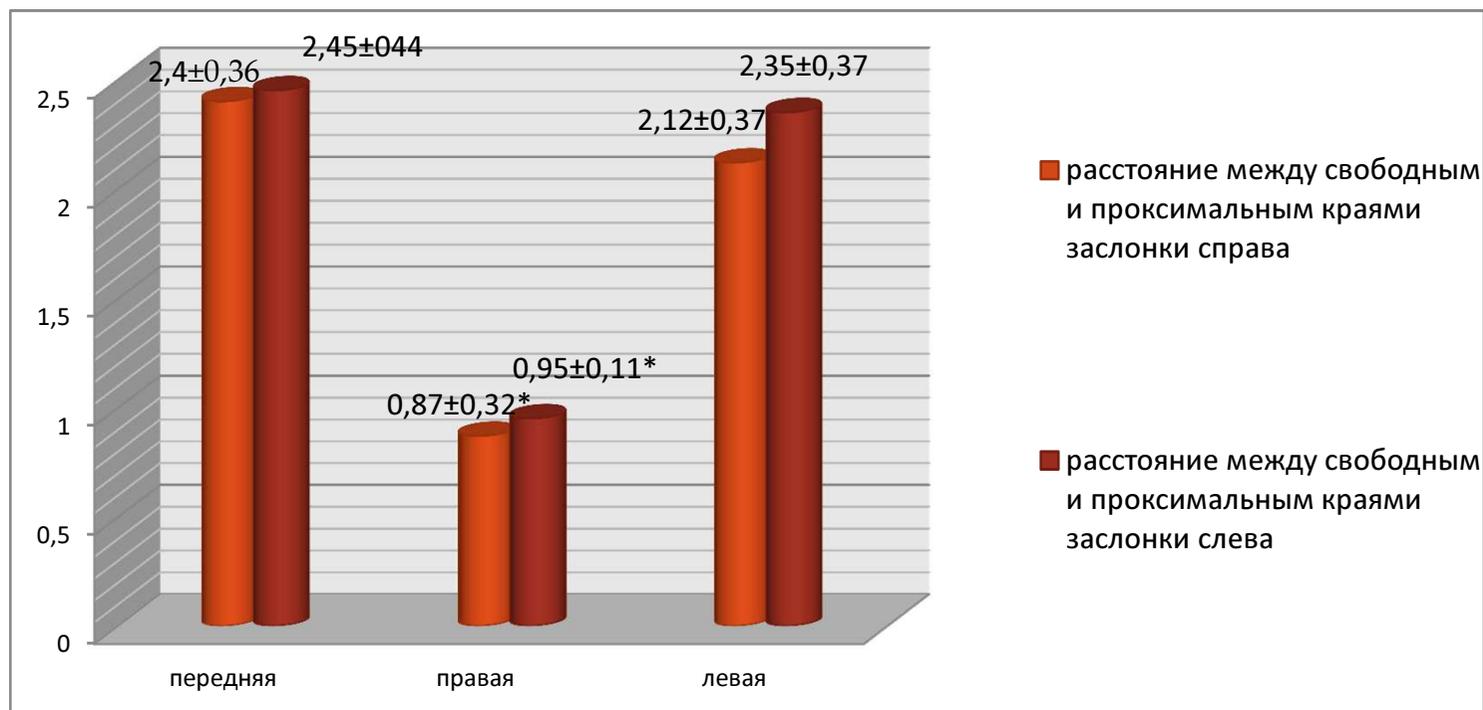
Установлено, что суммарная площадь полулунных заслонок клапана легочного ствола больше площади полулунных заслонок клапана аорты ($p \leq 0,05$).

расстоянии между плоскостью полулунной заслонки и ее проксимальным краем

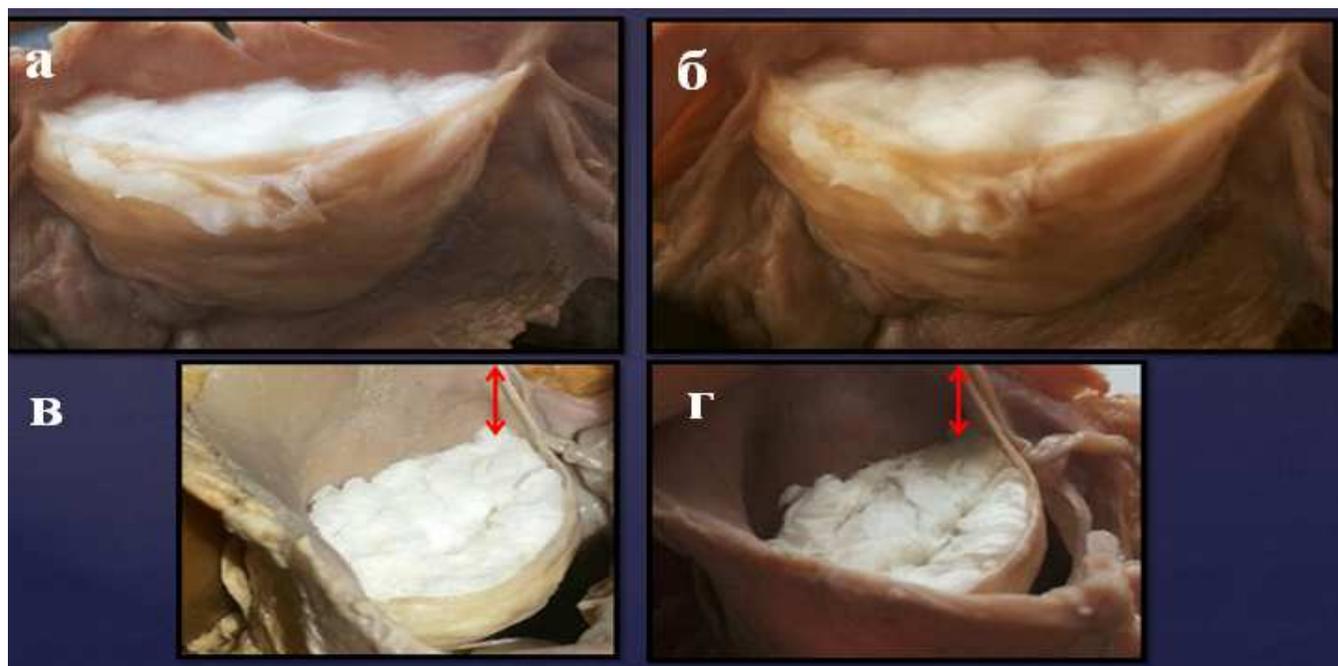
При измерении расстояния между плоскостью полулунной заслонки и ее проксимальным краем было отмечено, что полулунная заслонка, у которой небольшое расстояние между плоскостью полулунной заслонки и ее проксимальным краем, имеет более высокое положение, в то время как полулунная заслонка с большим соответствующим расстоянием будет глубже погружена в сосуд. Данное обстоятельство объясняет разное погружение полулунных заслонок.



В клапане легочного ствола при измерении расстояния между плоскостью полулунной заслонки и ее проксимальным краем было установлено, что это расстояние у правой полулунной заслонки наименьшее и составляет $0,87 \pm 0,32$ мм, а у левой и передней они приблизительно равны и больше, чем у правой.



Таким образом, полулунные заслонки могут располагаться как на одном уровне, так и занимать разное положение в сосуде.



Этим также объясняется отсутствие в некоторых случаях узелка, так как полулунная заслонка располагается выше и с соседними заслонками она смыкается не свободным краем, а более дистальной частью.

Топография клапана в аорте и легочном стволе

Плоскость, проведённая через спайки клапана не перпендикулярна стенке сосуда, а располагается под углом к нему в горизонтальной плоскости.

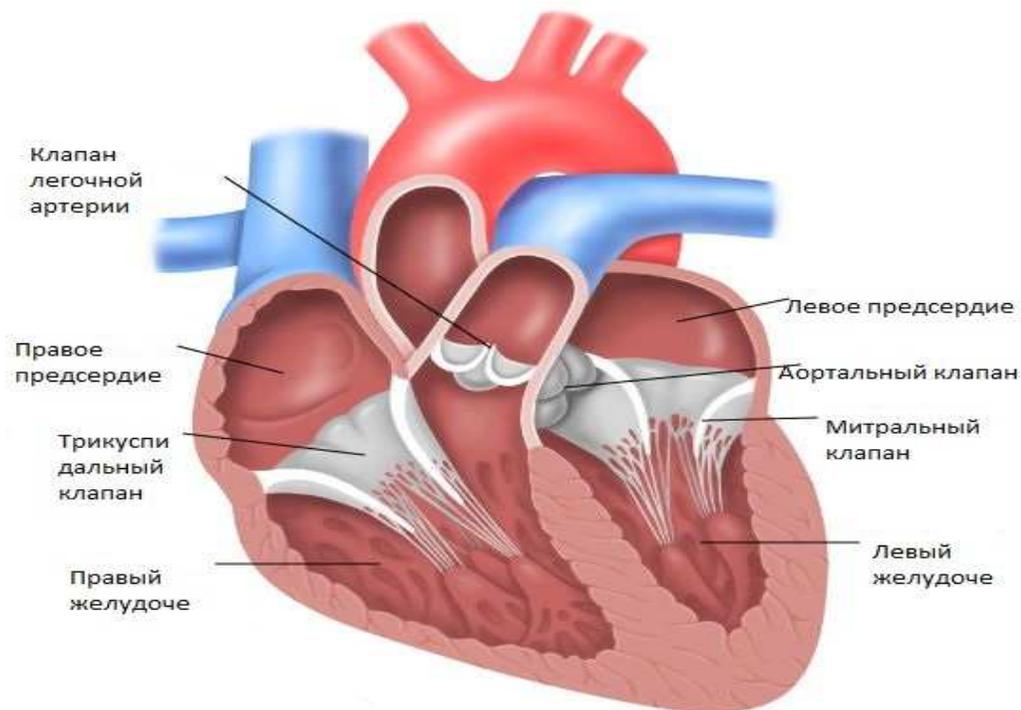


Рис. 14 – Строение клапанов

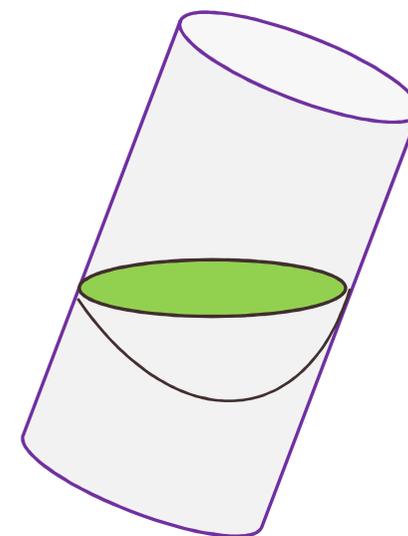


Рис. 15 – Схема расположения клапана в со

Особенности анатомии заслонок клапана аорты и легочного ствола



Рис. 17 – Фенестры заслонок

На одной из заслонок в легочном стволе наблюдалась дополнительная **заслоночка**, которая располагалась на стенке легочного ствола с длиной свободного края 17 мм, высотой 10 мм и длиной фиксированного края 23 мм.

Вариантом нормы считается образование отверстий (фенестр) в области луночек. Их наличие не представляет опасности (не приводит к регургитации крови в желудочек), так как находятся выше нижней границы зоны коаптации (смыкания).

Установлено, что в полулунных заслонках аортального клапана количество фенестр составило **34,7%**, а полулунных заслонках клапанов легочного ствола **29,7%**.

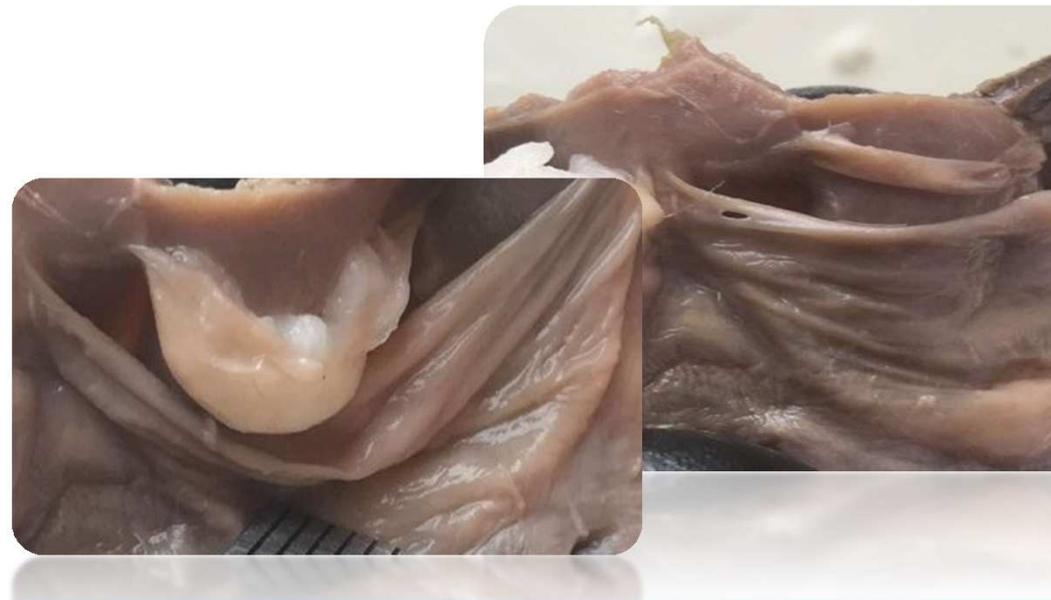


Рис. 18 – Дополнительная заслонка

ВЫВОДЫ:

- Размер сино-тубулярного соединения аорты больше диаметра легочного ствола.**
- В большинстве случаев имеются спайки на заслонках клапанов аорты и легочного ствола.**
- Узелки на заслонках клапанов в подавляющем большинстве случаев смещены от середины заслонки вправо или влево. На заслонках клапанов аорты узелки чаще всего смещены вправо, а на заслонках легочного ствола – влево.**
- Полулунная заслонка имеющая наименьший коэффициент (K), больше всего выступает в полость аорты. Левая полулунная заслонка клапана аорты имеет наименьший коэффициент (K), поэтому она больше всего выступает в полость аорты. Передняя полулунная заслонка клапана легочного ствола больше всего выступает в полость аорты.**

ВЫВОДЫ:

- 5. Доли пространства, которое во время систолы заполняется кровью примерно одинаковы в аорте и легочном стволе и составляют приблизительно половину от всего пространства сосуда.**
- 6. Суммарная площадь полулунных заслонок клапана легочного ствола, больше площади полулунных заслонок клапана аорты.**
- 7. Плоскость, проведённая через спайки клапана не перпендикулярна стенке сосуда, а располагается под углом к нему в горизонтальной плоскости.**
- 8. Вариантом нормы является наличие фенестр и дополнительных заслоночек в клапанах аорты и легочного ствола.**
- 9. Полулунные заслонки могут располагаться как на одном уровне, так и занимать разное положение в сосуде.**

Вывод

Знание специфической анатомии и истории заболевания каждого пациента должно помочь в успешной реконструкции клапанного аппарата с продолжительным эффектом и низкой летальностью. Полученные результаты дополняют и уточняют данные по строению луковицы и клапана аорты человека [1-9], могут быть использованы при проведении морфологических исследований, выполнении оперативных вмешательств на сердце человека, а также в диагностике заболеваний клапанного аппарата. Индивидуальные особенности строения луковицы и клапана аорты необходимо учитывать при проведении оперативных вмешательств при их патологии, а также при оценке результатов инструментальных исследований. В связи с этим приобретает большое значение детальное изучение комплекса структур луковицы аорты для выявления особенностей и закономерностей его строения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kuzelman, K. S. Aortic root and valve relationships: Impact on surgical repair / K. S. Kuzelman // ThoracCardiovasc Surg. – 1994. – Vol. 107. – P. 162-170.
2. Jatene, M. B. Aortic Valve Assessment Study of 100 Healthy human Hearts / M. B. Jatene // Arq. Bras. Cardiol. – 1999. – Vol. 73. – №1. – P. 81-86.
3. Бокерия, Л.А. Хирургическая анатомия сердца в 3 т. Т. 1: Нормальное сердце и физиология кровообращения./ Л.А. Бокерия, И.И. Беришвили. – М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2006. – 405 с.
4. The dynamic aortic root. Its role in aortic valve function / Brewer R.J., Deck J.D., Capati B. et all. // J Thorac Cardiovasc Surg. – 1976. – vol. 72. –P. 413-417
5. Gray, H. Gray's anatomy /ed by P.L. Williams, R.Warwick. – 36th ed. – New York,1980 – 1578p.
6. Structure, stress, and tissue repair in aortic valve leaflets / Deck J.D., Thubrikar M.J., Schneider P.J. et all. // Cardiovasc Res. – 1988. – vol. 22. – P. 7-16
7. Aortic root and valve relationships: Impact on surgical repair / K.S Kuzeleman [et al.] // J Thorac Cardiovasc Surg. – 1994-Vol.107 – P.162-170.
8. Structure, stress, and tissue repair in aortic valve leaflets / Deck J.D., Thubrikar M.J., Schneider P.J. // Cardiovasc. Res. – 1988. – vol. 22. – P. 7-16
9. Messica-Zeitoun, D. Evaluation and clinical implications of aortic valve calcification measured by electron-beam computed tomography / D. Messica-Zeitoun, M. C. Aubry // Circulation. – 2004. Vol. 110 (3). – P. 356-362.

Спасибо за внимание!

