

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ МОРФОЛОГИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ ЗАСЛОНКИ ВЕНЕЧНОГО СИНУСА СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА

Костина А.И., Комиссаров К.С.

*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

Строение венечного синуса представляет интерес для морфологов и клиницистов в связи с постоянным развитием кардиохирургии. Многие используемые в кардиохирургии методики связаны с вмешательством на венечном синусе (1). Заслонка венечного синуса (Тебезиева) является своего рода «сторожевым псом» всего венечного синуса и от её формы может зависеть успех всего вмешательства (5). В крупных клинических испытаниях успешность процедур, проводимых на венечном синусе, относительно высока (88-95%), однако в 5-12% случаев, операции на венечном синусе невозможны (6). Hellerstein Н.К. и Orbison J.I. высказали предположение, что Тебезиева заслонка может служить помехой при катетеризации венечного синуса. Заслонка венечного синуса представляет собой крайне вариабельную структуру

сердца. Авторы предложили классификацию формы заслонки, выделив следующие группы: 1) заслонка в виде мембраны, 2) заслонка серповидной формы 3) заслонка в виде отдельных трабекул (4). Последующие исследования подтвердили присутствие Тебезиевой заслонки в большинстве препаратов сердца человека и многообразие ее формы (2, 3, 5, 6). Однако из-за различий в описании форм заслонки результаты исследований по этому признаку не всегда сопоставимы.

Из-за разнообразия форм, сложно посчитать такой параметр, как площадь перекрытия Тебезиевой заслонкой просвета венечного синуса. В работе Rejkovic B. и соавторов (7) приведена систематизация Тебезиевой заслонки, по площади перекрытия отверстия венечного синуса. Заслонка перекрывала одну треть устья в 29%, половину – в 27%, две трети в 14%, всё устье было перекрыто в 5% случаев. Однако не указан способ, при помощи которого была высчитана площадь заслонки.

AnhD.J. с соавторами (3) выполнили прижизненное исследование заслонки венечного синуса у 100 больных подчас имплантации левожелудочкового водителя ритма. Степень перекрытия заслонкой отверстия синуса определялась как сильная - в 11%, умеренная - в 47% и средняя - в 42% случаев. Можно предположить, что эта характеристика основана на визуальной оценке, не лишенной субъективности.

В нашем исследовании, изучая взаимосвязь между площадью перекрытия отверстия венечного синуса и наличием клапанов в его просвете, для расчёта площади Тебезиевой заслонки мы использовали метод математического моделирования. Данный метод заключается в описании объекта при помощи математических формул. На основании созданных нами математических моделей мы высчитывали площадь заслонки.

### **Материалы и методы**

Материалом исследования послужило 28 препаратов сердца взрослых людей, фиксированных 10% формалином. Материал получен кафедрой нормальной анатомии для учебных целей в соответствии с Законом Республики Беларусь №55-3 от 12.11.2002 г. «О погребении и похоронном деле» из служб судебной экспертизы г. Минска и Минской области. Материал исследования не дифференцирован по полу и причине смерти и представляет собой случайную выборку. Используются следующие методы: описательный, анатомического препарирования, морфометрический, математического моделирования, статистический. Производили вскрытие правого предсердия для определения наличия заслонки венечного синуса и её формы. Измерения длины и ширины заслонки венечного синуса производили со стороны полости правого предсердия измерительным циркулем. Получаемое отстояние игл фиксировали проколами на бумаге, с последующим определением значений штангенциркулем с точностью до 0,1 мм

После проведения измерений вскрывали венечный синус для определения наличия клапанов в его просвете.

Площадь заслонки рассчитывалась с помощью двойного интеграла  $\iint dx dy$  по плоской фигуре, серповидной формы (рис. 1).

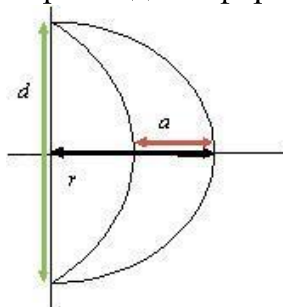


Рис.1. Схема заслонки венечного синуса полулунной или серповидной формы. Условные обозначения: d – длина, r - радиус, a – ширина.

Пределы интегрирования по y можно описать уравнением эллипса (1) и уравнением окружности (2).

$$(x - a/2)^2 + y^2 = r^2 \quad (1),$$

$$\frac{x^2}{(r - a/2)^2} + \frac{y^2}{(d/2)^2} = 1 \quad (2),$$

Так как пределы интегрирования по y будут разными при разных пределах по x, то мы представили двойной интеграл как сумму двух интегралов. В первом, x будет изменяться от 0 до r-a/2, а y, соответственно, от уравнения эллипса до уравнения окружности. Из уравнений 1 и 2 y будет равен: (3) и (4)

$$y_1 = d/2 * \sqrt{1 - \frac{x^2}{(r - a/2)^2}} \quad (3),$$

$$y_2 = \sqrt{r^2 - (x - a/2)^2} \quad (4)$$

Во втором интеграле x изменяется от r-a/2 до r+a/2, а y от 0 до (4). Для непосредственных расчетов использовались набор вычислительных алгоритмов WolframAlpha.

### Результаты исследования

В исследовании случайной выборки из 28 сердец, заслонка венечного синуса выявлена в 25 случаях (89,3%). Нами выявлены следующие формы Тебезиевой заслонки: 1) заслонка в виде мембраны (часть круга, ограниченная хордой и дугой); 2) заслонка серповидной формы (часть круга, ограниченная пересекающим его эллипсом и дугой, проведенной из трех точек и лежащей кнаружи от него); 3) заслонка в виде отдельных трабекул, пересекающих устье

венечного синуса. В дополнение к описанным формам нами, на основании расчета площади перекрытия заслонкой отверстия венечного синуса, была выделена полулунная форма заслонки. Размеры заслонки венечного синуса варьировали: длина от 4,0 до 13,8 мм, ширина от 1,0 до 10,0 мм. Площадь перекрытия заслонкой венечного синуса колебалась от 18,8 до 97,4%. При полулунной форме заслонки перекрытие устья составило в среднем 83,2%, при серповидной форме – 34,8%.

Исходя из задач исследования, был построен график зависимости встречаемости клапанов в венечном синусе от площади перекрытия заслонкой отверстия венечного синуса (Рис.2)

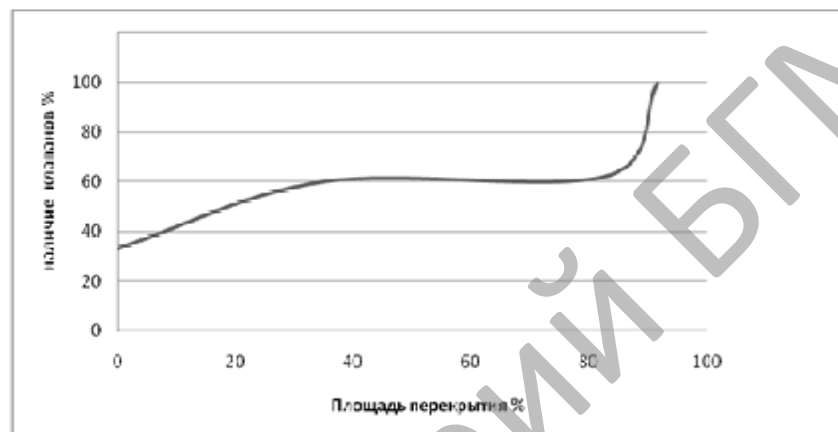


Рис.2. График зависимости наличия клапанов в венечном синусе от площади перекрытия заслонкой его отверстия

При серповидной форме заслонки, со средним значением перекрытия отверстия венечного синуса 34,8%, клапаны в просвете синуса выявлены в 60% случаев; при полулунной форме, со средним значением перекрытия отверстия 83,2%, клапаны выявлены в 62,5% случаев; при заслонке в форме мембраны, со средним значением перекрытия отверстия 91,6%, клапаны выявлены в 100%, при отсутствии заслонки, клапаны в просвете синуса выявлены в 33,3% случаев. Как видно из графика, при увеличении области перекрытия Тебезиевой заслонки увеличивается частота встречаемости клапанов в устье.

#### **Выводы:**

1. Заслонка венечного синуса присутствовала в большинстве случаев (89,3%)
2. Заслонка венечного синуса отличалась крайней вариабельностью форм. Выделены следующие формы: серповидная форма (28,6%), полулунная форма (35,7%), трабекулярная форма (14,3%), в форме мембраны (10,7%)
3. Размеры заслонки венечного синуса варьировали: длина от 4,0 до 13,8 мм, ширина от 1,0 до 10,0 мм
4. Площадь перекрытия Тебезиевой заслонки колебалась от 18,8% до 97,4%
5. Предложенная нами методика расчета, позволяет количественно характеризовать площадь заслонки венечного синуса

6. Установлена прямая зависимость между площадью перекрытия отверстия венечного синуса и наличием клапанов в его просвете.

### Литература

1. Косоуров, А. К., Иванов, В. А. Клапаны венечного синуса сердца взрослого человека //А. К. Косоуров, В. А. Иванов// Морфология. –2006. –№4. – с. 54.

2. Митрофанов, Л.Б. Анатомическое и Гистологическое исследование коронарного синуса у кардиологических больных, лиц без сердечной патологии и у здоровых/ Л.Б. Митрофанов, В.И Иванов, А.Л. Косоуров// Вестник аритмологии. – 2004. - №33. – с. 44-51.

3. Anh, D.J. Characterization of human coronary sinus valves by direct visualization during biventricular pacemaker implantation/ D.J. Anh, C.S. Eversull, H.A. Chen// Pasing. Clin. Electrophysiol. – 2008. - №31. – P. 78-82.

4. Hellerstein, H.K. Anatomic variations of the orifice of the human coronary sinus. / H.K. Hellerstein , J.L. Orbison// Circulation, - 1951;111:514-23.

5. Kauzner, J. Thebesian valve: the guard dog of the coronary sinus? / J. Kauzner // Europace. –2009. –v.11. –P.1136-1137.

6. Mak, G.S. Variations in Thebesian valve anatomy and coronary sinus ostium: implications for invasive electrophysiology procedures/ G.S. Mak, A.S. Hill, F. Moisiuc, S.C. Krishnan// Eorpace, - 2009. - №11. – P. 1188-1192.

7. PejkoVIC, B. Anatomical variations of the coronary sinus ostium area of the human heart/ B. PejkoVIC, I. Krainc, F. Andehuber, D. Kosutic// J.Int.Med.Res. – 2008. - №36.– P. 314-321.