

## **АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И КОЛИЧЕСТВО ЛЕВОЖЕЛУДОЧКОВЫХ СОСОЧКОВЫХ МЫШЦ В НОРМАЛЬНОМ СЕРДЦЕ ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА**

А.А. БАСКАУЛОВА, А.А. ЯКИМОВ

*Уральский государственный медицинский университет, ул. Репина, д.3, г. Екатеринбург, 620028, Россия, e-mail: Ayakimov07@mail.ru*

**Аннотация.** *Цель исследования* – изучить варианты макроанатомического строения и количества сосочковых мышц левого желудочка в сердце взрослого человека. *Материалы и методы исследования.* Были исследованы 45 фиксированных в формалине препаратов сердца массой 150–420 г, полученных от пациентов зрелого и пожилого возраста, умерших от «несердечных» причин. Критериями ограничения служили деформации внутривентрикулярных и клапанных структур, выраженный коронарный атеросклероз и морфологические признаки осложнений ишемической болезни сердца. На препаратах, вскрытых через латеральную комиссуру митрального клапана и середину левой лёгочной поверхности сердца, определяли количество сосочковых мышц и отходивших от них трабекул, их верхушек и брюшек (сегментов), тип основания; штангенциркулем измеряли высоту и ширину мышц на уровне их середины и у основания. *Результаты и их обсуждение.* Установлено, что в 78% случаев имелась одна передняя сосочковая мышца, а в 22% – две. В 62,2% случаев эти мышцы состояли из двух сегментов, в 22,2% были моносегментарными, реже встречались образцы с тремя и пятью сегментами. Количество задних сосочковых мышц варьировало от одной (53,3%) до трёх. Чаще всего (в 38%) задние сосочковые мышцы состояли из трёх сегментов, реже – из двух (31%) или из одного (22,2%). Ширина задней сосочковой мышцы на уровне её середины и у основания, как правило, была одинакова, тогда как у передней сосочковой мышцы эти параметры различались. Ширина мышц обеих локализаций была в 2–3 раза меньше их высоты. Для задних сосочковых мышц, в отличие от передних, было более характерным расщеплённое основание, более медиальное положение, а также вдвое бóльшая частота встречаемости трабекул, соединявших их с межжелудочковой перегородкой. *Заключение.* Таким образом, передняя и задняя сосочковые мышцы левого желудочка являлись постоянными образованиями, но могли различаться по количеству, соотношению морфометрических параметров, по форме основания и количеству сегментов. Ввиду сложной анатомии изученных мышц описать их форму той или иной геометрической фигурой не представлялось возможным.

**Ключевые слова:** анатомия сердца, миокард, левый желудочек, митральный клапан, сосочковые мышцы.

## **ANATOMICAL STRUCTURE AND NUMBER OF THE LEFT VENTRICULAR PAPILLARY MUSCLES IN NORMAL HUMAN ADULT HEARTS**

A.A. BASKAULOVA, A.A. YAKIMOV

*Ural State Medical University, Repina street, 3, Yekaterinburg, 620028, Russia*

**Abstract.** The study aimed to describe variants of the macroanatomical structure and the number of left ventricular papillary muscles in human adult heart. *Material and methods.* We studied 45 formalin-fixed heart weighing 150–420g from mature and elderly patients died of “non-cardiac” diseases. The hearts with distorted intraventricular and valve structures, severe coronary atherosclerosis and morphological signs of complications of coronary heart disease were excluded. When opening heart through the lateral mitral commissure and the middle of the left pulmonary surface, we studied the number of papillary muscles, their apices and bellies (segments) and the type of their base. With a caliper, we measured the height and width of the muscles at the midpoint and at the base as well as determined the number and size of myocardial trabeculae. *Results.* In 78% of cases there was one anterior papillary muscle, and in 22% - two muscles. Most often (62.2%) these muscles consisted of two segments, in 22.2% they were monosegmental, rarely there were samples with three and five segments. The number of posterior papillary muscles varied from one (53.3%) to three. Most often (38%), the posterior papillary muscles consisted of three segments, rarely - of two (31%) or one (22.2%). The width of the posterior papillary muscle in the middle and in the base was the same, while in the anterior papillary muscle, these parameters differed. The width of the muscles of both localizations was 2-3 times less than their height. The posterior papillary muscle, in contrast to the anterior one, kept a more medial position, mostly showed a split base and had a twice as high frequency of trabeculae that connected this muscle with the interventricular septum. Thus, the anterior and posterior papillary muscles of the left ventricle were constant, but they could

differ in the number, in the ratio of morphometric parameters, in the shape of the base and the number of segments. Due to the complex anatomy of the studied muscles, it was not possible to approximate their shape with any geometric figure.

**Key words:** heart anatomy, myocardium, papillary muscles, left ventricle, mitral valve

*Сосочковые мышцы* (СМ) являются обязательным структурным компонентом сердечной мускулатуры и внутреннего рельефа стенок желудочков. Их строение и топография подвержены значительным индивидуальным вариациям: мышцы могут быть короткими и утолщенными, в других случаях – длинными и тонкими; описывают неразветвленные или многоветвистые СМ [2, 10]. Противоречивы данные о количестве СМ, что объясняется не только индивидуальными особенностями препаратов, но и тем, что одни авторы понимают под СМ один вырост миокарда [5, 7], другие же называют СМ всю совокупность таких структур на определённой стенке желудочка, считая каждый вырост миокарда «сосочком», «брюшком» или сегментом мышцы [13, 14]. Количество СМ также может быть индивидуально различно, но при этом их функция всегда неизменна: они регулируют натяжение сухожильных хорд предсердно-желудочковых клапанов и тем самым обеспечивают герметичное смыкание створок в систолу желудочков [12]. Уникальные анатомические особенности СМ того или другого желудочка нужно учитывать при верификации камер сердца при подозрении на врождённую сердечную аномалию. Определённые варианты строения СМ могут предрасполагать к образованию пристеночных тромбов, что часто является ситуацией, угрожающей жизни [8]. Информационный поиск в *e-library* показал, что в последние годы активно изучают анатомию правожелудочковых СМ во взрослых и плодных сердцах [5, 6, 9, 13]. При этом вариантной анатомии СМ *левого желудочка* (ЛЖ) в нормальных сердцах взрослых людей посвящено небольшое количество работ [10, 14].

**Цель исследования** – изучить варианты макроанатомического строения и количества левожелудочковых СМ в сердце взрослого человека.

**Материалы и методы исследования.** Были исследованы 45 препаратов сердца людей зрелого и пожилого возраста. Материал был получен из клинических баз Университета от трупов лиц, невостребованных для захоронения. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом. При формировании группы исследования придерживались критериев нормального строения сердца, предложенных акад. А.М. Вихертом и соавт. (1970) [1]. В разработку включали сердца массой от 150 до 420 г, полученные от пациентов, умерших от «несердечных» причин. Сердца с деформированными внутривентрикулярными и клапанными структурами, с выраженным коронарным атеросклерозом и морфологическими признаками осложнений ишемической болезни сердца не исследовали. Препараты фиксировали в 10% формалине. При исследовании сердец рассекали боковую стенку ЛЖ через латеральную комиссуру и далее через середину тупого края сердца, таким образом, чтобы целостность СМ не была нарушена. Определяли количество СМ, их верхушек и сегментов, тип основания, высоту и ширину СМ на уровне середины и у основания, количество и размеры мясистых трабекул основания СМ. Для измерений использовали штангенциркуль ШЦ-II-150-0,1 (ГОСТ 166-89, точность 0,1 мм, Челябинск). Статистическую обработку выполняли в программе *Statistica 10.0 (StatSoft Inc., USA)*. Если данные, в соответствии с критерием Шапиро-Уилка, были распределены нормально, вычисляли среднее арифметическое и его *стандартное отклонение* ( $M \pm s$ ). В противном случае результаты представляли в виде *медианы* (*Me*) и *крайних значений* (*Min, Max*).

**Результаты и их обсуждение.** СМ ЛЖ находились на передней и задней стенках ЛЖ. Количество СМ передней стенки было не более двух, причем в 78% исследованных анатомических препаратов имелась одна мышца, а в 22% – две. Полученные результаты согласуются с результатами исследований [4] и [7]. *D. Berdajs* и соавт. эндоскопически изучили СМ ЛЖ в 100 нормальных сердцах людей 20-70 лет и предложили классификацию СМ, основанную на сочетании разного количества верхушек СМ (от 1 до 3) с цельным, либо разделённым надвое или натрое основанием [7]. Достаточно разнообразно и количество сегментов *передней СМ* (ПСМ). В 62,2% случаев встречались ПСМ с двумя сегментами (рис. 1). С одним сегментом отмечено 22,2% исследуемых образцов. Реже всего встречались образцы с тремя и пятью сегментами.

Размеры ПСМ и их расположение относительно других анатомических структур сердца – разнородны. Установлено, что ПСМ в большинстве случаев имела неодинаковую ширину посередине и на уровне основания. Ширина ПСМ всегда была в 2–3 раза меньше, чем её высота (табл.). Некоторые авторы считают, что, исходя из морфометрических данных, можно сделать вывод о форме сосочковых мышц. *S. Victor* и *V. Nayak* (1995) классифицировали мышцы как конические, ступенчатые, изогнутые, наклонные, мышцы с плоскими вершинами и с бороздками [14]. *S. Gunnal* и соавт. выделили конические, пирамидальные, широковерхушечные и веерообразные СМ. Коническую форму имели 45,51%, пирамидальную – 26,73%, широковерхушечную (*broad apexed*) – 50,48% и веерообразную (*fan shaped*) – 12,93%. Эти же авторы уточнили, что вероятность гипертрофии стенок ЛЖ выше при веерообразных СМ и в сердцах с мышцами с широкой апикальной частью [10]. Мы считаем, что коническую или

пирамидальную форму имеют не СМ, а их сегменты. Такого же мнения придерживались *M. Skwarek* и соавт. (2006), подробно изучившие СМ правого желудочка. Сложная форма ПСМ не позволила нам сравнить их с какой-либо геометрической фигурой, в этом наши результаты близки к данным румынских исследователей [9].

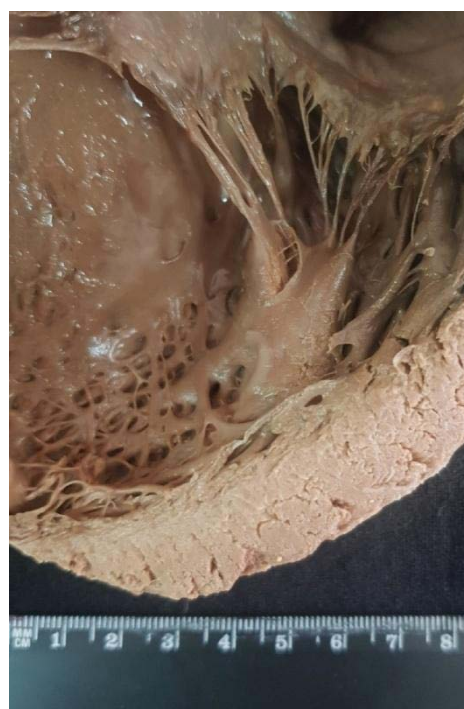
Таблица

**Размеры сосочковых мышц левого желудочка, мм**

Сосочковая мышца	Статистические показатели	Высота минимальная	Высота максимальная	Ширина основания	Ширина посередине мышцы
Передняя	<i>Me</i>	27,5	37	14,5	17
	<i>Min-Max</i>	12–55	20–55	8–20	8–23
Задняя	<i>Me</i>	23	32	16	17
	<i>Min-Max</i>	17–40	23–40	10–22	10–22



*Рис. 1.* Передняя сосочковая мышца левого желудочка, состоящая из двух сегментов



*Рис. 2.* Задняя сосочковая мышца левого желудочка, состоящая из трёх сегментов

В литературе встречается описание двух возможных типов основания СМ: монолитное или однородное и расщепленное основание [4, 5]. При исследовании анатомических препаратов были обнаружены оба варианта основания. В 53,3% встречались ПСМ с расщепленным типом основания, в остальных случаях с монолитным основанием. Для оснований расщепленного типа характерно наличие нескольких трабекул, за счет которых происходит прикрепление СМ к стенке ЛЖ. В исследуемых образцах с расщепленным основанием количество трабекул основания было от двух (71,1%) до четырёх (28,9%). Измерение трабекул основания ПСМ показало, что их средняя длина составила  $16 \pm 4,3$  мм, а средняя ширина  $7 \pm 3,3$  мм. В значительном большинстве случаев местом прикрепления трабекул служила передняя стенка ЛЖ и лишь в 11% – межжелудочковая перегородка. Миокардиальные трабекулы, соединявшие ПСМ с межжелудочковой перегородкой, были названы трабекулами переднего угла ЛЖ и описаны в сердцах плодов [6]. Данные настоящего исследования свидетельствуют, что такие трабекулы характерны не только для плодов, но и для взрослых. В литературе имеются указания на то, что СМ могут крепиться к стенкам желудочков при помощи различного количества миокардиальных «ножек» [2, 11]. По мнению А.Р. Ромбальской (2018), миокардиальные трабекулы и сухожильные перемышки, соединяющие СМ со стенками желудочка, формируют для этих мышц своеобразный аппарат фиксации, перераспределяющий векторы мышечной тяги и повышающий результативность функционирования СМ [3].

Количество задних сосочковых мышц (ЗСМ) варьировало от одной до трёх. В 53,3% имелась одна ЗСМ, тогда как три ЗСМ были лишь на единичных образцах. Близкие данные получили *S. Victor u V. Nayak* (1995). Эти авторы встретили одну ЗСМ в 50%, две – в 36%, три – в 11% и четыре – в 3% случаев [14]. Разнообразным было и количество сегментов ЗСМ. В 31% отметили два сегмента, в 22,2% – один сегмент ЗСМ. Наиболее часто встречались мышцы с тремя сегментами (38%), такие СМ можно было рассматривать как сосочковые комплексы. Они были характерны именно для задней стенки ЛЖ. Вероятно, количество таких сегментов имели в виду Л.О. Шаликова и соавт. (2016), указывая, что в сердцах плодов на задней стенке ЛЖ в 59% имелось четыре СМ [4].

Размеры ЗСМ, как и ПСМ, также довольно изменчивы (табл.). Ширина ЗСМ на уровне её середины и основания практически одинаковы, а отношение ширины к высоте равно 1:2. У ЗСМ также были обнаружены оба варианта основания. Преобладало расщепленное основание (62,2%), ЗСМ с монолитным основанием были на 37,8% образцов. У ЗСМ с расщепленным основанием количество трабекул основания варьировалось от двух до четырёх. На каждом втором препарате в основание ЗСМ входили три трабекулы. Основания с двумя трабекулами отмечены в 33% исследованных препаратов. Измерения трабекул показали, что их средняя длина  $12 \pm 4,9$  мм, а средняя ширина  $6 \pm 2,1$  мм. Как правило, местом прикрепления трабекул служила задняя стенка ЛЖ, но в каждом пятом образце с расщепленным основанием трабекулы соединяли ЗСМ с межжелудочковой перегородкой. В отличие от правого желудочка, в котором как у плодов, так и у взрослых – описана особая перегородочная группа СМ [5, 13], со стороны ЛЖ перегородочные СМ не были отмечены ни на одном изученном нами образце, что совпадает с данными литературы [2, 7, 12].

**Заключение.** Настоящее исследование подтвердило информацию о том, что в ЛЖ всегда имелись две СМ: передняя и задняя. Передние СМ обычно состояли из двух сегментов и имели монолитное основание. Задние СМ чаще состояли из трёх сегментов и имели расщеплённое основание. У обоих СМ, при расщеплённом основании, количество входивших в него трабекул варьировало от двух до четырёх. Отношение высоты к ширине было несколько большим у передних мышц, чем у задних. Ввиду сложной анатомии СМ описать их форму той или иной геометрической фигурой не представляется возможным.

### Литература

1. Вихерт А.М., Жданов В.С., Матова Е.Е. Динамика развития атеросклеротических изменений в аорте и коронарных артериях у практически здоровых людей // *Арх патол.* 1970. Т. 32, № 2. С. 44–50.
2. Михайлов С.С. Клиническая анатомия сердца. М.: Медицина, 1987. 288 с.
3. Ромбальская А.Р. К вопросу о количестве и форме сосочковых мышц желудочков сердца человека. Единство науки, образования и практики медицине будущего: сб. статей; М.: Изд-во Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, 2018. С. 129–132.
4. Шаликова Л.О., Лященко Д.Н., Кирьянова Д.М. Морфометрические характеристики левых отделов сердца человека в промежуточном плодном периоде онтогенеза // *Вестник новых медицинских технологий.* 2016. Т. 23, № 3 С. 136–142.
5. Якимов А.А. Сосочковые мышцы межжелудочковой перегородки в плодном периоде развития человека // *Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова.* 2011. Т. 18, № 2. С. 175–176.
6. Якимов А.А. Трабекулы левожелудочковой поверхности межжелудочковой перегородки в сердце плода человека // *Морфология.* 2012. Т. 142, № 5. С. 44–48.
7. Berdajs D., Lajos P., Turina M.I. A new classification of the mitral papillary muscle // *Med. sci. monit.* 2005. Vol.11, №1. BR18–BR21.
8. Berdajs D., Turina M.I. Operative anatomy of the heart. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. DOI 10.1007/978-3-540-69229-4.
9. Gheorghîtescu R., Toba M., Iliescu D.M., Bordei P. Morphological features of papillary muscles in the right ventricle // *ARS Medica Tomitana.* 2016. Vol. 3(22). P. 135–144. DOI: 10.1515/arsm-2016-0023.
10. Gunnal S.A., Wabale R.N., Farooqui M.S. Morphological variations of papillary muscles in the mitral valve complex in human cadaveric hearts // *Singapore Med J.* 2013. Vol. 54, № 1. P. 44–48.
11. Hosapatna M., Anne D Souza, Aswin Das M, Supriya, Vrinda Hari Ankolekar, Antony Sylvan D Souza. Morphology of papillary muscles in human adults: a cadaveric study // *Ibnosina J Med BS* 2014. Vol. 6(4). P. 168–172. DOI: 10.4103/1947-489X.210379.
12. Muresian H. The clinical anatomy of the mitral valve // *Clin Anat.* 2009. Vol. 22. P. 85–98. DOI: 10.1002/ca.20692.
13. Skwarek M., Hreczecha J., Grzybiak M., Kosicki A. Remarks on the morphology of the papillary muscles of the right ventricle // *Folia Morphol.* 2005. Vol. 64, № 3. P. 176–182.
14. Victor S., Nayak V.M. Variations in the papillary muscles of the normal mitral valve and their surgical relevance // *J Card Surg.* 1995. Vol. 10, № 5. P. 597–607. DOI 10.1111/j.1540-8191.1995.tb00642.

### References

1. Vikhert AM, Zhdanov VS, Matova EE. Dinamika razvitiya ateroskleroticheskikh izmenenij v aorte i koronarnykh arteriyah u prakticheski zdorovykh lyudej [Dynamics of atherosclerotic changes in aorta and coronary arteries in practically healthy people]. *Arkh Pathol.* 1970;32(2):44-50. Russian.
2. Mihajlov SS. *Klinicheskaya anatomiya serdca* [Clinical anatomy of the heart]. Moscow: Medicina; 1987. Russian.
3. Rombalskaya AR. K voprosu o kolichestve i forme sosochkovykh myshe zheludochkov serdca cheloveka [To the question of the number and form of papillary muscles in the ventricles of the human heart]. *Edinstvo nauki, obrazovaniya i praktiki – medicine budushchego.* Moscow: Sechenovsky Univ; 2018. Russian.
4. Shalikova LO, Lyashchenko DN, Kiryanova DM. Morfometricheskie karakteristiki levyyh otdelov serdca cheloveka v promezhutochnom plodnom periode ontogeneza [The morphological characteristics of the left heart in human fetuses in the intermediate period of ontogenesis]. *Journal of New Medical Technologies.* 2016;23(3):136-42. Russian.
5. Yakimov AA. Sosochkovye myshe mezhzheludochkovoy peregorodki v plodnom periode razvitiya cheloveka [The papillary muscles of the ventricular septum in human fetal hearts]. *Uchenye zapiski Sankt-Peterburgskogo medicinskogo universiteta im. akad. IP. Pavlova.* 2011;18(2):175-6. Russian.
6. Yakimov AA. Trabekuly levozheludochkovoy poverhnosti mezhzheludochkovoy peregorodki v serdce ploda cheloveka [Left-ventricular surface trabeculae of the interventricular septum in the human fetal heart] *Morfologiya.* 2012;142(5):44-8. Russian.
7. Berdajs D, Lajos P, Turina MI. A new classification of the mitral papillary muscle. *Med. sci. monit.* 2005;11(1):R18–BR21.
8. Berdajs D, Turina MI. *Operative anatomy of the heart.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. DOI 10.1007/978-3-540-69229-4.
9. Gheorghitescu R, Toba M, Iliescu DM, Bordei P. Morphological features of papillary muscles in the right ventricle. *ARS Medica Tomitana.* 2016;3(22):135-44. DOI: 10.1515/arsm-2016-0023.
10. Gunnal SA, Wabale RN, Farooqui MS. Morphological variations of papillary muscles in the mitral valve complex in human cadaveric hearts. *Singapore Med J.* 2013;54(1):44-8.
11. Hosapatna M, Anne D Souza, Aswin Das M, Supriya, Vrinda Hari Ankolekar, Antony Sylvan D Souza. Morphology of papillary muscles in human adults: a cadaveric study. *Ibnosina J Med BS* 2014;6(4):168-72. DOI: 10.4103/1947-489X.210379.
12. Muresian H. The clinical anatomy of the mitral valve. *Clin Anat.* 2009;22:85-98. DOI: 10.1002/ca.20692.
13. Skwarek M, Hreczecha J, Grzybiak M, Kosicski A. Remarks on the morphology of the papillary muscles of the right ventricle. *Folia Morphol.* 2005;64(3):176-82.
14. Victor S, Nayak VM. Variations in the papillary muscles of the normal mitral valve and their surgical relevance. *J Card Surg.* 1995;10(5):597-607. DOI 10.1111/j.1540-8191.1995.tb00642.

---

#### Библиографическая ссылка:

Баскаулова А.А., Якимов А.А. Анатомическое строение и количество левожелудочковых сосочковых мышц в нормальном сердце взрослого человека // Вестник новых медицинских технологий. Электронное периодическое издание. 2020. №4. Публикация 1-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-4/1-3.pdf> (дата обращения: 09.07.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16671\*

#### Bibliographic reference:

Baskaulova AA, Yakimov AA. Anatomicheskoe stroenie i kolichestvo levozheludochkovykh sosochkovykh myshe v normal'nom serdce vzroslogo cheloveka [Anatomical structure and number of the left ventricular papillary muscles in normal human adult hearts]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition.* 2020 [cited 2020 July 09];4 [about 5 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-4/1-3.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16671

\* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-4/e2020-4.pdf>