

© А.А. Якимов, 2017
УДК 611.126-013:612.647
DOI 10.21886/2219-8075-2017-8-2-54-58

Анатомическое исследование сосочковых мышц перегородочно-краевой трабекулы в плодном периоде развития человека

А.А. Якимов

Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

Цель: установить особенности анатомических характеристик сосочковых мышц, берущих начало от перегородочно-краевой трабекулы правого желудочка в нормальном сердце плода человека. **Материалы и методы:** на 98 фиксированных в формалине анатомических препаратах обычно сформированного сердца человека 17–28 недель гестации при помощи стереомикроскопа изучены сосочковые мышцы перегородочно-краевой трабекулы. **Результаты:** данные мышцы встречались на 55,1% препаратов и в большинстве случаев брали начало исключительно от тела перегородочно-краевой трабекулы. Мышцы относились к свободному, реже — к прикреплённому типу, имели монолитное основание, одно брюшко и, как правило, одну верхушку. Их хорды прикреплялись исключительно к перегородочной створке правого предсердно-желудочкового клапана. **Вывод:** предложено считать мышцы, начинающиеся от перегородочно-краевой трабекулы, особой подгруппой перегородочных сосочковых мышц правого желудочка сердца.

Ключевые слова: анатомия сердца, сердце плода, клапаны сердца, правый желудочек, межжелудочковая перегородка.

Для цитирования: Якимов А.А. Анатомическое исследование сосочковых мышц перегородочно-краевой трабекулы в плодном периоде развития человека. *Медицинский вестник Юга России*. 2017;8(2):54-58. DOI 10.21886/2219-8075-2017-8-2-54-58

Контакты: Якимов Андрей Аркадьевич, ayakimov07@mail.ru.

Anatomical investigation of the papillary muscles of the septomarginal trabecula in fetal ontogenesis

A.A. Yakimov

Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

The aim was to study papillary muscles of the right ventricular septomarginal trabecula. **Materials and methods:** 98 formalin-fixed normal hearts from human fetuses aged 17 to 28 weeks were studied by means stereomicroscope. **Results.** Muscles in such position were found to be in 55.1%. The free-standing papillary muscles predominated over the muscles of fixe type. The muscles had monolithic base, one belly and mostly one apex. Tendinous chords of these muscles entered only the septal cusp of the right atrioventricular valve. A potential clinical importance of the papillary muscles was mentioned. **Conclusion.** The papillary muscles situated at the septomarginal trabecula are proposed to regard as particular subgroup of septal papillary muscles.

Key words: heart anatomy, fetal heart, heart valves, right ventricle, ventricular septum.

For citation: Yakimov A.A. Anatomical investigation of the papillary muscles of the septomarginal trabecula in fetal ontogenesis. *Medical Herald of the South of Russia*. 2017;8(2):54-58. (In Russ.) DOI 10.21886/2219-8075-2017-8-2-54-58

Corresponding author: Yakimov Andrej Arkadevich, ayakimov07@mail.ru.

Введение

Анатомия клапанного аппарата сердца и внутрисердечных анатомических структур изучена достаточно подробно. Тем не менее, многие аспекты их анатомии и терминологии остаются предметом дискуссий. Так, по мнению М. Skwarek и соавт., в правом желудочке (ПЖ) сердца, помимо общеизвестных передней, задней и перегородочной сосочковых мышц (СМ), целесообразно выделять «СМ заднего угла ПЖ» [1]. Некоторые авторы предлагают считать СМ, расположенные в отделе оттока ПЖ, самостоятельной группой — «мышцами артериального конуса» [2]. Представленные в литературе сведения о строении трабекулярного и клапанного аппарата сердца получены, в большинстве своём, по результатам изучения сердец взрослых людей [3], в то время как данные об анатомии этих структур в сердце плода встречаются лишь в единичных работах [4–6]. Между тем, эти данные весьма актуальны для фетальной кардиохирургии, для дифференциальной диагностики в перинатальной эхокардиоскопии и патоморфологии.

Цель исследования — установить особенности анатомических характеристик СМ, берущих начало от перегородочно-краевой трабекулы (ПКТ) правого желудочка в нормальном (сформированном без пороков) сердце человека 17 – 28 недель внутриутробного развития.

Материалы и методы

Проект исследования был одобрен этическим комитетом Уральского государственного медицинского университета (протокол № 3 от 18.03.2016). Препараты сердца были получены при вскрытиях плодов 17–28 недель развития. Основной причиной внутриутробной гибели была тяжёлая гипоксия на фоне соматической и/или акушерской патологии беременной. В исследование не включали препараты хотя бы при одном из следующих условий: а) при диссоциированном развитии плодов при многоплодной беременности; б) при врождённых пороках развития плода; в) при задержке внутриутробного развития более двух недель; г) при пороках сердца; д) при деформации клапанного аппарата; е) при повреждении изучаемой области при вскрытии. В выборочную совокупность вошло 98 препаратов. Препараты фиксировали в 5% формалине, изучали с помощью микроскопа МБС-9 (ЛЗОС, г. Лыткарино, Россия) с откалиброванной окулярной вставкой при увеличении от 4,8 до 16 раз. Оценивали количество СМ и их верхушек, тип СМ (свободный или прикрепленный¹), форму их основания (монопитное или расщеплённое). Определяли наибольшую и наименьшую высоту СМ (наибольшее и наименьшее расстояние от основания СМ до верхушки); ширину СМ измеряли у их основания. Статистическую обработку выполняли в программе Statistica 10.0 (StatSoft Inc.). О нормальности распределения значений судили на основании коэффициента вариации, критерия Шапиро-Уилка и анализа гистограмм. Для сравнения нескольких групп использовали критерий Краскела-Уоллиса (KW) при уровне зна-

чимости $\alpha = 0,05$. Результаты представляли в виде медиан (Me) и перцентилей (p25, p75).

Терминология

Известно, что межжелудочковая перегородка состоит из мышечной и перепончатой частей, однако в кардиохирургии широко распространено эмбриологически и функционально обоснованное деление перегородки на приточный отдел (отдел притока)² и выводной отдел (отдел оттока) [8]. Под отделом притока понимали участок межжелудочковой перегородки от правого предсердно-желудочкового отверстия до верхушки ПЖ, под отделом оттока — участок межжелудочковой перегородки от верхушки ПЖ до клапана лёгочного ствола. Границей между отделами считали задний край ПКТ, под которой имели в виду миоэндокардиальный вал, расположенный от места внедрения наджелудочкового гребня в межжелудочковую перегородку до основания передней СМ ПЖ [9]. Руководствуясь клиническим подходом к анатомии рельефа отдела оттока ПЖ [8], перегородочную часть этой структуры считали телом ПКТ, а её мостовидную часть, соединявшую межжелудочковую перегородку с основанием передней СМ ПЖ, — модераторным тяжом.

Результаты

Сосочковые мышцы, начинавшиеся от ПКТ, имелись на 54 препаратах из 98 (55,1%). В 55,5% (30 из 54) имелась одна СМ, в 35,2% (19 из 54) — две и в 9,3% (5 из 54) — три СМ. В общей сложности, на 54 препаратах обнаружено 83 СМ данной локализации. Из них 57 СМ относились к свободному типу, 22 — к прикрепленному типу, в 4 случаях тип мышцы однозначно определить не удалось. Большинство мышц (49 из 83; 59%) брали своё начало исключительно от тела ПКТ, реже в формировании мышц участвовал миокард модераторного тяжа и/или отдела притока межжелудочковой перегородки (рис. 1).

Практически все мышцы имели монолитное основание и одно брюшко. Лишь в одном случае СМ формировалась в результате слияния двух трабекул, одна из которых брала начало от заднего края ПКТ, другая выходила из миокарда приточного отдела межжелудочковой перегородки. Из 83 мышц 72 оказались моноапикальными (86,8%), у четырёх мышц (4,8%) было по две верхушки. Кроме того, пять СМ имели форму эллиптического параболоида или полусферы; выделить верхушку у таких мышц не представлялось возможным. Показатели высоты СМ превышали их ширину в 1,4–2,2 раза. По мере роста сердца в сроки от 17 до 28 недель гестации статистически значимо увеличивались показатели минимальной (KW=12,9; p=0,005) и максимальной (KW=11,7; p=0,009) высоты СМ, но ширина мышц при этом оставалась неизменной (KW=6,6; p=0,08; рис. 2).

Обсуждение

Информация о количестве и размерах СМ в плодных и детских сердцах исчерпывается единичными публика-

¹ Впервые предложено в работе С. Nerantzis et al., 2002 [7]

² Этому отделу принадлежит перепончатая часть межжелудочковой перегородки

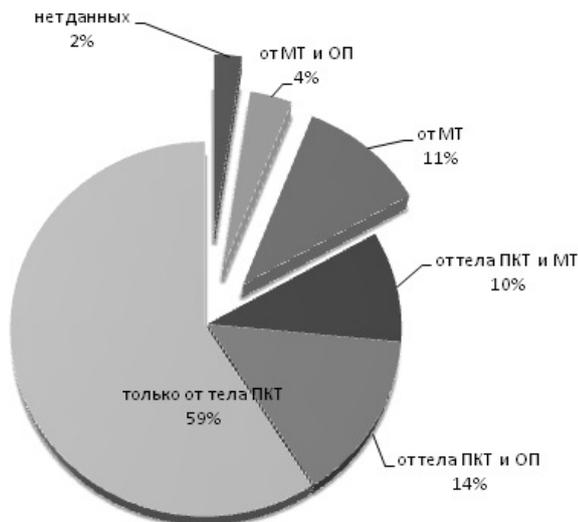


Рис. 1. Варианты начала сосочковых мышц перегородочно-краевой трабекулы правого желудочка у плодов.

МТ — модераторный тяж, тело ПКТ — тело перегородочно-краевой трабекулы, ОП — отдел притока межжелудочковой перегородки.

Fig. 1. Variants of the origin of the papillary muscles arising from human fetal septomarginal trabecula.

MT — moderator band, ПКТ — septomarginal trabecula, ОП — right ventricular side of inlet septum.

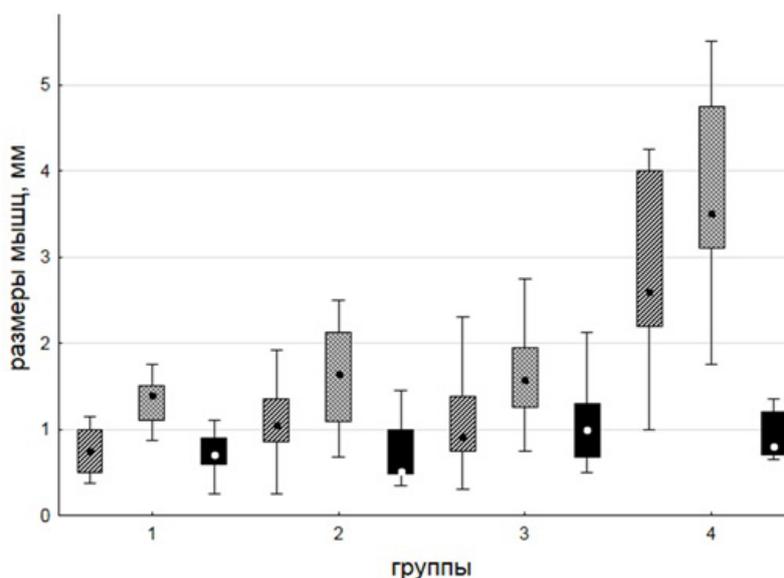


Рис. 2. Размеры сосочковых мышц перегородочно-краевой трабекулы в сердцах плодов.

1 группа — 17-19 нед., 2 группа — 20-22 нед., 3 группа — 23-25 нед., 4 группа — 26-28 недель гестации. Косой штриховкой обозначена минимальная высота, сетчатой штриховкой максимальная высота, чёрной заливкой — ширина сосочковых мышц. Отрезком показан диапазон вариации значений, прямоугольником — интервал от 25 до 75 процентиля, точка соответствует медиане.

Fig. 2. Dimensions of the papillary muscles from septomarginal trabecula in human fetal heart.

1 group — 17-19 week, 2 group — 20-22 week, 3 group — 23-25 week, 4 group — 26-28 week. Oblique hatching and mesh showed minimal and maximal height; black filling meant width of the papillary muscle. Middle point — median, box — interval p25-p75, whiskers — extreme means.

циями, но приводимые в них данные трудно интерпретировать ввиду разного понимания терминов. Часто авторы всю совокупность СМ, расположенных в пределах одной стенки желудочка, необоснованно рассматривают как одну мышцу, подменяя термин «мышца» терминами «сегмент», «головка» или «брюшко» [3, 4, 10, 11]. Так, перегородочная мышца в плодных сердцах была представлена тремя-четырьмя брюшками [4]. Первое брюшко имело длину $0,5 \pm 0,1$ см и диаметр $1,5 \pm 0,2$ мм, второе брюшко было длиной $0,7 \pm 0,1$ см и диаметром $2,0 \pm 0,1$ мм [4]. Мышцы с таким соотношением размеров характерны для трабекулярной части отдела притока межжелудочковой перегородки [6], тогда как по результатам настоящей работы СМ ПКТ являются более широкими и короткими. Сосочковые мышцы, берущие начало от тела ПКТ и от его мостовидного продолжения — модераторного тяжа, — следует отличать как от мышц приточного отдела перегородки, так и от СМ, расположенных в бифуркации ПКТ под наджелудочковым гребнем. Последние впервые были описаны А. Wenink (1977) под названием «медиальный сосочковый комплекс» [10]. А. Restivo и соавт. детально изучили эти СМ в сердцах плодов и детей и выделили в составе медиального сосочкового комплекса, помимо его главной мышцы¹, три группы «добавочных» СМ, топографически связанных с ПКТ [11]. Добавочные СМ наиболее часто располагались на заднем крае тела ПКТ (41 препарат из 81; 50,6%), что хорошо согласуется с данными настоящего исследования. В работе [11] упомянуты СМ, расположенные на ПКТ апикальнее медиального сосочкового комплекса, но исследователи не ставили задачу изучить эти СМ. Между тем, описанные СМ представляют интерес с морфогенетических позиций как «стыковые» (junctional) структуры, расположенные в месте соединения первичной эмбриональной межжелудочковой перегородки, дающей начало приточному отделу дефинитивной перегородки, и бульбовентрикулярной складки — источника развития ПКТ [9]. Изучение проводящей системы сердца показало, что на границе вышеуказанных эмбриональных структур проходит правая

ножка пучка Гиса [8], следовательно, описанные мышцы важны как ориентир для её отыскания.

В настоящем исследовании впервые отмечена возможность начала СМ не только от стенок ПЖ, но и от модераторного тяжа, соединяющего перегородочную и переднюю стенки ПЖ. Дизайн исследования не позволяет сделать вывод о том, являются ли эти СМ анатомическим проявлением аномального развития сердца. С морфогенетических позиций существование таких СМ в анатомически нормальном сердце не является невозможным, однако функциональное значение этих мышц может быть определено лишь по результатам прижизненных и экспериментальных исследований.

Заключение

На 54 из 98 (55,1%) препаратов обычно сформированного сердца человека 17-28 недель внутриутробного развития были отмечены сосочковые мышцы свободной и прикреплённого типов, бравшие начало от перегородочно-краевой трабекулы; их количество на одном препарате не превышало трёх. Данные мышцы имели монолитное основание, одно брюшко и, как правило, одну верхушку; их хорды прикреплялись исключительно к перегородочной створке правого предсердно-желудочкового клапана. Наиболее часто эти мышцы отходили исключительно от тела перегородочно-краевой трабекулы, реже от модераторного тяжа. Принимая во внимание морфогенез перегородочно-краевой трабекулы, особенности начала этих мышц и их потенциальное клиническое значение для отыскания правой ножки пучка Гиса, предлагаем рассматривать описанные сосочковые мышцы как особую подгруппу перегородочных сосочковых мышц правого желудочка сердца.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Skwarek M., Hreczecha J., Grzybiak M., Kosiński A. Remarks on the morphology of the papillary muscles of the right ventricle. // *Folia Morphol.* – 2005. – Vol. 64. – № 3. – P. 176–182.
2. Loukas M., Tubbs S., Louis R.G. Jr., Apaydin N., Bartzak A., Huseng V. et al. An endoscopic and anatomical approach to the septal papillary muscle of the conus // *Surg Radiol Anat.* – 2009. – Vol. 31. – № 9. – P. 701–706. doi: 10.1007/s00276-009-0510-2
3. Xanthos T., Dalivigkas I., Ekmektzoglou K.A. Anatomic variations of the cardiac valves and papillary muscles of the right heart. // *Ital J Anat Embryol.* – 2011. – Vol. 116. – № 2. – P. 111–126.
4. Козлов В.А., Довгаль Г.В., Шаторная В.Ф., Крамарь С.Б., Абдул-Оглы Л.В., Зозуля Е.И. Анатомия сосочковых мышц и сухожильных нитей у плодов // *Мат-лы IV Междунар. Конгр. по интегративной антропологии.* – СПб.:

REFERENCES

1. Skwarek M., Hreczecha J., Grzybiak M., Kosiński A. Remarks on the morphology of the papillary muscles of the right ventricle. *Folia Morphol.* 2005;64(3):176–182.
2. Loukas M., Tubbs S., Louis RG Jr, Apaydin N, Bartzak A, Huseng V et al. An endoscopic and anatomical approach to the septal papillary muscle of the conus. *Surg Radiol Anat.* 2009;31(9):701–706. doi: 10.1007/s00276-009-0510-2
3. Xanthos T, Dalivigkas I, Ekmektzoglou KA. Anatomic variations of the cardiac valves and papillary muscles of the right heart. *Ital J Anat Embryol.* 2011;116(2):111–126.
4. Kozlov VA, Dovgal' GV, Shatornaya VF, Kramar' SB, Abdul-Ogly LV, Zozulya EI. Anatomiya sosochkovykh myshts i sukhozhil'nykh nitei u plodov. [Anatomy of Papillary Muscles and Tendinous Chords in Fetuses]. *Materialy IV Mezhdunar. Kongressa po integrativnoi antropologii.* Saint-Petersburg; 2002:171–172 (in Russ.).

¹ Мышца Ланцизи, сосочковая мышца артериального конуса

- [СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова], 2002. – С. 171–172.
5. Ромбальская А.Р. Строение и топография сосочковых мышц желудочков сердца человека // *Клин анат та опер хір.* – 2008. – Т. 7. - № 3. –С. 30–35.
 6. Якимов А.А. Сосочковые мышцы межжелудочковой перегородки в плодном периоде развития человека // *Учёные записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова.* – 2011. – Т. XVIII, № 2. – С. 175–176.
 7. Nerantzis С.Е., Koutsaftis Ph.N., Marianou S.K., Karakoukis N.G., Cafiris N.A., Kontogeorgos G. Original histologic findings in arteries of the right ventricle papillary muscles in human hearts // *Anat. Rec.* – 2002. – Vol. 266. - № 3. – P. 146–151. doi: 10.1002/ar.10048
 8. Бокерия Л.А., Бершвили И.И. *Хирургическая анатомия сердца. Т.1. Нормальное сердце и физиология кровообращения.* – М.: НИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2006.
 9. Якимов А.А. Анатомическая характеристика перегородочно-краевой трабекулы правого желудочка сердца плода человека. // *Морфология.* – 2016. – Т. 150, № 4. – С. 59–64.
 10. Wenink A.C. The medial papillary complex. // *Brit Heart J.* – 1977. – Vol. 39. - № 9. – P. 1012–1018.
 11. Restivo A., Smith A., Wilkinson J.L., Anderson R.H. The medial papillary muscle complex and its related septomarginal trabeculation. A normal anatomical study on human hearts. // *J Anat.* – 1989. – Vol. 163. – P. 231–242.
 5. Rombaľskaya AR. Stroenie i topografiya sosochkovykh myshts zheludochkov serdtsa cheloveka. *Klinicheskaya anatomiya ta operativnaya khirurgiya.* 2008;7(3):30–35. (In Russ).
 6. Yakimov AA. The papillary muscles of the ventricular septum in human fetal hearts. *Uchenye zapiski SPbGMU im. akad. I.P. Pavlova.* 2011;18(2):175–176. (In Russ).
 7. Nerantzis CE, Koutsaftis PhN, Marianou SK, Karakoukis NG, Cafiris NA, Kontogeorgos G. Original histologic findings in arteries of the right ventricle papillary muscles in human hearts. *Anat. Rec.* 2002;266(3):146–151. doi: 10.1002/ar.10048
 8. Bokeriya LA, Berishvili II. *Khirurgicheskaya anatomiya serdtsa. T.1. Normal'noe serdtse i fiziologiya krovoobrashcheniya.* [Surgical Anatomy of the Heart. Vol. 1. Normal Heart and Circulatory Physiology]. Moscow: NTs SSKh im. A.N. Bakuleva RAMN, 2006. (In Russ).
 9. Yakimov AA. Anatomical characteristics of septomarginal trabecula of the right ventricle of the human fetal heart. *Morfologiya.* 2016;150(4):59–64. (In Russ).
 10. Wenink AC. The medial papillary complex. *Brit Heart J.* 1977;39(9):1012–1018.
 11. Restivo A, Smith A, Wilkinson JL, Anderson RH. The medial papillary muscle complex and its related septomarginal trabeculation. A normal anatomical study on human hearts. *J Anat.* 1989;163:231–242.

Информация об авторе

Якимов Андрей Аркадьевич, к.м.н., доцент кафедры анатомии человека Уральского государственного медицинского университета, Екатеринбург, Россия. E-mail: Ayakimov07@mail.ru

Information about the author

Yakimov Andrey Arkadyevich, Candidate of Medical Sciences, associate professor of the Department of anthropotomy, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia. E-mail: Ayakimov07@mail.ru

Поступила: 15.04.2017

Received: 15.04.2017