

19. Соколовский М.П., Шапиро М.П. Одноэтажный узловый шов при операциях на желудочно-кишечном соустье: Труды 26 съезда Российских хирургов. – Л., 1925. – С. 32.
20. Ходоров Б.И. Исследование физиологических механизмов блокирующего действия новокаина и других анестетиков на нервные волокна: Сборник научных трудов к 70-летию А.А. Вишневого. – Москва, 1976. – С.59–81.
21. Черноусов А.Ф., Богопольский П.М., Курбанов Ф.С. Хирургия язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки: Руководство для врачей. М.: медицина, 1996. – 236с.
22. Чибис О.А., Голдин В.А. Основы теории и практики желудочно-кишечного шва. – М.: Изд-во УДН, 1988. – 74с.
23. Шаров Н.А., Никифорович П.А., Томашев Н.А. и др. К вопросу лечения острого панкреатита // Острый живот: Труды СГМИ. – Смоленск, 1978. – Т.56. – С.49-56.
24. Шафранов В.В., Белоус Т.А., Алентьева О.А. и др. К механизму гемостатического эффекта низкой температуры // Клиническая хирургия. – 1979. – №1. – С. 28-30.
25. Шорох Г.П., Ляндрес И.Г., Назаренко П.М. Лазеры, плазменный скальпель в неотложной абдоминальной хирургии. – Минск, 1993. – С. 9–222.
26. Шотт А.В., Запорожец А.А., Клинецвич В.Ю. Кишечный шов, – Минск: Изд. “Беларусь”, 1983. – С. 30-32.
27. Ah Chong A.K., Chiu K.M., Law I.S. et al. Single-layer continuous anastomosis in gastrointestinal surgery: a prospective audit // Aust. NZJ Surg. – 1996. – Jan. – Vol. 66. – №1. – P.34–36.
28. Albert W. - Zur casuistik der Dunndarmresektion // Wien med. Press. – 1981. – Bd. 17. – N 5 – S. 517–519.
29. Besnett P., Pfister A., Saner W. Fibrinkleber in Orthopadie und Traumatologie // Akta Chir. – 1982. – N 17. – S.4–7.
30. Cerniy V. Uber Magen und Darmresektion // Dtch. med. Wischr. – 1889. – Bd. 45. – S. 917–918.
31. Hoffman I., Iensen H., Christiansen I. et al. Prospective controlled vagotomy trial for duodenal ulcer // Ann Surg. – 1989. – Vol. 209. – N 1. – P.40–45.
32. Johnston D., Martin G. Duodenal ulcer and peptic ulceration. In “Maingot`s abdominal operations”// Ed. by M. J. Zinner. Apptelon and Lange. – 1997. – P. 941–969.

Структурно-топографические соотношения некоторых элементов трабекулярно-папиллярного аппарата в правом желудочке сердца плода человека

***А. А. Якимов**

Уральская государственная медицинская академия, Екатеринбург, Россия

*Corresponding author: E-mail: Ayakimov07@mail.ru

Structural and topographical relationships of some elements of the trabecular-papillary apparatus in the right ventricle of the human fetal heart

A.A. Iakimov

The structure and topographical relationships of the septomarginal trabecula (SMT), moderator band (MB) and anterior papillary muscle of the right ventricle was studied in 101 normal (formed without defects) human fetal heart aged 17-28 weeks. In all cases the SMT was closely related to the septal myocardium, whereas two-thirds of MB was as bridge-like structures. The MB most often ran from the base of SMT, seldom from its posterior edge, and entered into the base of the anterior papillary muscle, rarely ended in front of it.

Key words: heart anatomy, fetal heart, interventricular septum, right ventricle, trabeculae carneae.

На 101 препарате нормального (сформированного без пороков) сердца плода человека в возрасте от 17 до 28 недели были изучены структурно-топографические взаимоотношения перегородочно-краевой трабекулы, модераторной трабекулы и передней сосочковой мышцы правого желудочка. На всех препаратах перегородочно-краевая трабекула была тесно связана с миокардом межжелудочковой перегородки, тогда как модераторная трабекула в двух третях случаев представляла собой мостовидную структуру. Она наиболее часто начиналась от основания перегородочно-краевой трабекулы, реже от её заднего края и входила в основание передней сосочковой мышцы, реже заканчивалась спереди от этой мышцы в передней стенке правого желудочка.

Ключевые слова: анатомия сердца, сердце плода, межжелудочковая перегородка, правый желудочек, мясистые трабекулы

Изучение строения сердца человека в норме и при патологических состояниях традиционно находится в центре внимания морфологов. Однако при большом количестве публикаций, освещающих морфологию сердца взрослого человека, крайне редкими являются работы, которые касаются анатомии нормального (сформированного без пороков) сердца плода. Между тем, необходимость макроанатомических исследований сердца и внутрисердечных структур продиктована развитием и совершенствованием перинатальной патоморфологической и ультразвуковой диагностики пороков и малых аномалий сердца. Успешная

дифференциальная диагностика пороков возможна лишь при ясном понимании того, как сформировано сердце в норме.

Мясистые трабекулы (*trabeculae carneae*) представляют собой покрытые эндокардом группы миокардиальных мышечных пучков, в той или иной степени обособленных от стенок желудочков и выступающих в полость последних. Взаимное положение мясистых трабекул, специфический «паттерн трабекулярности» уникальны для левого и правого желудочков и, следовательно, чрезвычайно важны как критерий оценки нормального строения при диагностической идентификации этих камер и как «анатомический эталон» при хирургической коррекции аномалий. Особое значение в кардиохирургии имеют две трабекулы: перегородочно-краевая (ПКТ) и модераторная (МТ). В Международной анатомической номенклатуре эти термины приведены как синонимы, но анализ специальной литературы [2, 7, 8, 10] и собственные наблюдения убеждают в необходимости рассматривать ПКТ и МТ как самостоятельные анатомические образования.

Задний край ПКТ разделяет отделы притока и оттока правого желудочка, эта трабекула всегда неразрывно связана с межжелудочковой перегородкой, в то время как МТ соединяет межжелудочковую перегородку и переднюю стенку правого желудочка. Сведения о структурно-топографических соотношениях указанных трабекул в сердцах взрослых единичны [6, 8, 9], а данные о взаимном расположении ПКТ, МТ и передней сосочковой мышцы в правом желудочке сердца плода в литературе практически отсутствуют.

Цель работы – описать структурно-топографические соотношения перегородочно-краевой трабекулы, модераторной трабекулы и передней сосочковой мышцы правого желудочка в нормальном (сформированном без пороков) сердце плода человека.

Материалы и методы

Исследование проводили на препаратах сердец плодов человека, полученных в результате спонтанных аборт и прерывания беременности по социальным или медицинским показаниям. Работу с трупным материалом и медицинской документацией осуществляли в строгом соответствии с нормами биомедицинской этики и законодательством России.

Критерии включения в исследование: 1) прерывание беременности на 17–28 неделе гестации; 2) соответствие антропометрических параметров плода сроку гестации; 3) сердце, сформированное без пороков; 4) конкордантные соотношения камер сердца и присердечных сосудов; 5) остановка сердца в фазе ранней диастолы.

Критерии ограничения исследования: 1) повреждение и деформация межжелудочковой перегородки при вскрытии и фиксации сердца; 2) врождённые пороки развития плода; 3) диссоциированное развитие плодов при многоплодной беременности. В выборочную совокупность вошёл 101 препарат. Материал распределили по четырём возрастным группам: 1-я группа (17–19 нед.; $n_1 = 22$), 2-я группа (20–22 нед.; $n_2 = 31$), 3-я группа (23–25 нед.; $n_3 = 31$), 4-я группа (26–28 нед.; $n_4 = 17$).

Для измерений использовали микроскоп МБС-9 (г. Лыткарино) и окулярную вставку, проверенную по объект-микрометру (ГОСТ 7513-75). Морфометрию проводили с использованием окуляра 8^x ; точность измерений от 0,17 мм при об. $0,6^x$ до 0,014 мм при об. 7^x . На препаратах, фиксированных в 5-7% формалине, измеряли длину, ширину и переднезадний размер (толщину) сердца и МТ. Измерения проводили после удаления предсердий и клиновидного иссечения участка передней стенки правого желудочка спереди от передней сосочковой мышцы, МТ и ПКТ.

Статистическую обработку результатов выполняли в программе Statistica 6.0 (StatSoft Inc.).

Ввиду того, что распределение значений часто отличалось от нормального, результаты представляли в виде медиан. Для оценки достоверности различий между возрастными группами использовали Unequal N HSD test – аналог t-критерия Student, адаптированный для групп разной численности. Для корреляционного анализа использовали коэффициент Spearman (Rs).

Результаты исследования

Установлено, что ПКТ – практически постоянное анатомическое образование плодного сердца. Она встречалась с частотой 97%. Частота встречаемости ПКТ варьировала от 94,1% в 28 недель до 100% у плодов 17–19 недель развития ($p > 0,05$). В теле ПКТ можно выделить основание, обращённое к апикальному участку передней стенки правого желудочка, и бифуркацию, расположенную у наджелудочкового гребня. Установлено, что основание ПКТ может быть монолитным либо расщеплённым на трабекулы второго порядка. Эти трабекулы были названы нами *трабекулами основания ПКТ*; к ним, как правило, относилась МТ. Монолитное основание ПКТ наблюдали в 45,4%, расщеплённое в 51,5% случаев ($p > 0,05$)¹.

¹ В остальных случаях тип основания ПКТ определить было невозможно.

В случаях, когда основание ПКТ было расщеплено на трабекулы, определяли их количество и ширину. Зависимость между указанными параметрами и возрастом плода отсутствовала. В 57,9% первой из трабекул основания ПКТ (наиболее близкой к отделу притока) была МТ, она всегда направлялась к передней сосочковой мышце. Остальные трабекулы соединяли основание ПКТ с передней стенкой правого желудочка. Наиболее часто ПКТ имели две трабекулы основания (42/95; 44,2%). В 31,6% случаев эти трабекулы отсутствовали, что обычно сочеталось с монолитным основанием ПКТ. Лишь на девяти препаратах из 95 (9,5%) встречались три или четыре трабекулы.

МТ встречалась на 82,4% препаратов (75/91); лишь в одном случае она была удвоена. Если трабекула на каком-то протяжении была обособлена от миокарда, и под ней формировалось межтрабекулярное пространство, то её считали мостовидной. В противном случае трабекулу считали пристеночной. МТ мостовидного типа регистрировали вдвое чаще, чем МТ пристеночного типа (66,6% против 33,3%). Частота встречаемости мостовидных МТ увеличивалась от 59,5% в 17–22 нед. до 73,8% в 23–28 недель. Обычно МТ отходила от расщеплённого основания ПКТ. Такой вариант встречался с частотой от 42,9% в 17–19 нед. до 77,3% в 20–22 недели, однако в двух других группах частота встречаемости этого варианта снижалась. Если же МТ начиналась от монолитного основания (18,6%), то обычно она была мостовидной. В 10% наблюдений ПКТ продолжалась в МТ, в результате формировалась единая трабекула. Случаи отхождения МТ от заднего края ПКТ были редки (7,1%).

Одним из основных признаков МТ является её связь с передней сосочковой мышцей. Соотношения этих структур были проанализированы на 65 препаратах. Установлено, что в большинстве случаев МТ подходила к передней сосочковой мышце строго медиально (43,1%) либо медиально и несколько спереди (29,2%). В редких случаях МТ входила в основание мышцы медиально и сзади (12,3%). На 9,2% препаратов МТ соединялась с передней стенкой правого желудочка тотчас спереди от передней сосочковой мышцы, но никогда не проходила позади неё. Взаимное положение МТ и сосочковой мышцы могло изменяться и в базеоапикальном направлении.

Отмечено, что типичной была связь МТ именно с основанием передней сосочковой мышцы. Окончание МТ в брюшке мышцы (4,6%) или в передней стенке правого желудочка ниже основания сосочковой мышцы (1,5%) для обычно сформированной межжелудочковой перегородки сердца плода было нехарактерно. Частота встречаемости описанных вариантов от 17 до 28 недели развития плода оставалась постоянной.

Результаты показали, что в объединённой совокупности 17–28 нед. существовали две группы МТ: узкие (0,4–1,0 мм) и широкие (1,2–2,2 мм). По длине и толщине МТ группы выделить не удалось. Установлено, что лишь по ширине МТ сердца плодов 17–19 недель отличались от сердец плодов 23–25 и 26–28 недель развития ($p = 0,02$); других возрастных различий не выявлено ($p > 0,05$). На рубеже 19–20 недель для МТ был характерен активный рост в длину и ширину, начиная с 23 недели рост замедлялся. Длина и ширина МТ коррелировали друг с другом ($R_s 0,489$; $p < 0,001$), а также с толщиной МТ, которая от возраста не зависела. Установлено, что длина сердца являлась наиболее информативным параметром, по которому можно было прогнозировать длину МТ ($R_s 0,43$; $p < 0,001$). Корреляционные связи между шириной сердца, его переднезадним размером и размерами МТ были менее сильными.

Обсуждение

ПКТ в сердцах плодов встречалась в 97% случаев, что совпадает с данными большинства исследователей, но не даёт оснований согласиться с R. Depreux et al. (1976), считавшими ПКТ непостоянным образованием [3]. ПКТ была детально исследована A. Kosiński et al. (2007). Авторы называли ПКТ «пучком, происходящим из нижнего сегмента наджелудочкового гребня». В своей верхней части это гладкая и монолитная структура, прочно соединённая с межжелудочковой перегородкой, а её нижняя часть в большинстве случаев выступает над поверхностью перегородки и имеет вырезки на обеих сторонах. Иногда у ПКТ встречали продольные щели, которые делили ПКТ на мышечные пучки разной ширины, превращая их в трабекулы [6]. Эти образования были описаны нами как трабекулы основания ПКТ. Мы солидарны с A. Kosiński et al. (2007) в том, что у плода основание ПКТ нередко разделено на трабекулы второго порядка, но считаем, что с такой же вероятностью, в сердце плода можно обнаружить ПКТ с монолитным основанием.

В отличие от Н. И. Ёлкина (1972), изучавшего сердца взрослых людей [11], в сердцах плодов мы не выявили зависимости между формой ПКТ, количеством её «ножек» (трабекул основания) и формой сердца. Эти расхождения могут быть объяснены разными темпами роста сердца и внутрисердечных структур в пренатальном и постнатальном онтогенезе.

Происхождение ПКТ и МТ из одного источника с помощью моноклональных антител к актину показали M. Jongbloed et al. (2005) в сердцах трансгенных мышечных эмбрионов [5]. Несмотря на единое

происхождение, при анатомическом изучении дефинитивной межжелудочковой перегородки важно различать эти структуры. В статьях А. Ansari et al. (1999) и М. Mahendrakar (2004) приведены фотографии макропрепаратов, где ПКТ и МТ отмечены как разные образования [1, 7]. Проведённая работа также показала, что эти анатомические структуры явно различаются по строению и локализации. Если у плодов человека пристеночная МТ регистрировалась вдвое реже, чем мостовидная, то пристеночная ПКТ встречалась в 100% случаев. При этом у животных МТ, как правило, была мостовидным продолжением ПКТ к правому краю сердца [3].

Видимо, высокое отхождение МТ в сочетании со сглаженным рельефом отдела оттока не позволило R. Depreux et al. (1976) выявить ПКТ во всех сердцах. Как доказали J. Y. Harh и M. N. Paul (1975), передний отдел межжелудочковой перегородки образуется из трабекул, расположенных у эмбриона не далее 400 – 500 мкм от места формирования «первичной перегородки». Трабекулы, которые находились за пределами 500 мкм от неё, после образования перегородки соединяли её с латеральными стенками желудочков [4]. Из этого можно предположить, что ПКТ и МТ происходят из трабекул, находящихся на разном удалении от «первичной перегородки».

Разное положение трабекул-эмбриональных предшественников ПКТ и МТ, по-видимому, лежит в основе формирования их анатомических вариантов.

В настоящем исследовании МТ наблюдали в 82,4% случаев, частота её встречаемости увеличивалась с возрастом плода. Между тем, Л. А. Бокерия и И. И. Беришвили (2006) считают МТ постоянной перегородочной структурой [10]. К обязательным анатомическим признакам «морфологически правого желудочка» относят МТ (*moderator band*) J. Bogaert и А. М. Taylor (2005) [2].

Меньшая частота встречаемости МТ в сердце плода, по сравнению с частотой в сердце взрослого человека объясняется, на наш взгляд, тем, что образование МТ как самостоятельной структуры происходит путём её постепенного обособления из трёхмерной трабекулярной сети у верхушки правого желудочка, происходящего под влиянием изменяющейся внутрисердечной гемодинамики и возрастающей нагрузки на стенки камер сердца. Этот процесс сочетается с редукцией соседних трабекул и повышением компактизации миокарда желудочков.

Принципиально новыми являются полученные данные о синтопии МТ и передней сосочковой мышцы правого желудочка. Установлено, что в 84,6% наблюдений МТ непосредственно соединяется с указанной мышцей и лишь в одном сердце из десяти эти структуры могут быть разобщены. Окончание МТ спереди от передней сосочковой мышцы и/или ниже её основания эмбриологически допустимы и, по-видимому, являются редкими вариантами нормы. Следует подчеркнуть, что ни на одном препарате мы не встречали окончания МТ *позади* от передней сосочковой мышцы, в отделе притока. Учитывая происхождение «приточной перегородки» и МТ из разных источников [5, 10], такое положение МТ (если бы оно было отмечено) следовало бы расценить как аномальное.

Литература

1. Ansari A., Ho S.Y., Anderson R.A. Distribution of the Purkinje fibres in the sheep heart // *Anat Rec.* – 1999. – Vol. 254. – P. 92–97.
2. Bogaert J., Taylor A. Cardiac anatomy // In: *Clinical cardiac MRI. – Medical Radiology*, 2005. – P. 61–83.
3. Depreux R., Mestdagh H., Houcke M. Morphologie comparee de la trabecula septo-marginalis chez les mammiferes terrestres // *Anat Anz.* – 1976. – Bd.139, h. 1-2. – S. 24–35.
4. Harh J.Y., Paul M.N. Experimental cardiac morphogenesis. I. Development of the ventricular septum in the chick // *J Embryol Exp Morphol.* – 1975. – Vol. 33, Pt 1. – P. 13–28.
5. Jongbloed M.R.M., Wijffels M.C.E.F., Schali J.M.J. et al. Development of the right ventricular inflow tract and moderator band: a possible morphological and functional explanation for Mahaim tachycardia // *Circ Res.* – 2005. – Vol. 96, № 7. – P. 776–783.
6. Kosiński A., Nowiński J., Kozłowski D., Piwko G., Kuta W., Grzybiak M. The crista supraventricularis in the human heart and its role in the morphogenesis of the septomarginal trabecula // *Ann Anat – Anat Anz.* – 2007. – Vol. 189, № 5. – P. 447–456.
7. Mahendrakar M. Cardiac anatomy – viewed through the eyes of clinicians // *Journal Anat. Soc. India.* – 2004. – Vol. 53, № 2. – P. 44–48.
8. Reig J., Alberti N., Petit M. Arterial vascularization of the human moderator band: an analysis of this structure's role as a collateral circulation route // *Clin Anat.* – 2000. – Vol. 13, № 4. – P. 244–250.
9. Wafae N., Menegucci D., Cavallini Wafae G., Ruiz C.R. Anatomy of the supraventricular crest in human hearts // *Folia Morphol.* – 2010. – Vol. 69, № 1. – P. 42–46.
10. Бокерия Л.А., Беришвили И.И. Хирургическая анатомия сердца. Т.1. Нормальное сердце и физиология кровообращения. – М.: НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2006. – 406 с.
11. Ёлкин Н.И. К хирургической анатомии стенок желудочков сердца человека // *Архив анатомии, гистологии и эмбриологии.* – 1971. – Том LXI, № 9. – С. 49–56.