

© А. А. Якимов, 2017
УДК 611.127:612.647

А. А. Якимов

АНАТОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСОЧКОВЫХ МЫШЦ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА ПЛОДА ЧЕЛОВЕКА

Кафедра анатомии человека (зав. — доц. П. В. Ивачёв), Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург

На 94 препаратах сердца плодов человека 16–28 нед развития при помощи стереомикроскопа изучены сосочковые мышцы (СМ) правого желудочка. Установлено, что в правом желудочке сердца плода имеются 3 топографические группы СМ: передняя, задняя и перегородочная; последняя состоит из переднеперегородочных и заднеперегородочных мышц. Представлены данные о частоте встречаемости СМ, их размерах, о размерах и распределении их сухожильных хорд. Показано, что СМ разных топографических групп обладают специфическими особенностями анатомического строения. Так, передние СМ — это крупные мышцы свободного типа с монолитным основанием, имеющие 1–3 вершушки и наибольшее количество хорд. Для задней группы характерны СМ с монолитным, реже с расщеплённым основанием, количество вершушек которых, как правило, не превышает двух. Высота и ширина задних СМ уступали размерам передних СМ, но превышали размеры мышц перегородочной группы. Для перегородочной стенки правого желудочка типичны маленькие моноапикальные мышцы с монолитным основанием, как свободные, так и прикреплённые. Обращено внимание на терминологическую неопределённость при описании СМ как на одну из возможных причин расхождений результатов, полученных разными исследователями.

Ключевые слова: сердце, правый желудочек, сосочковые мышцы, клапаны, плод человека

Актуальность изучения строения и топографии сосочковых мышц (СМ) обусловлена их существенным вкладом в обеспечение оптимальной внутрисердечной гемодинамики [1]. Стабильно высокий интерес к исследованию СМ нашёл отражение в большом количестве публикаций по этой тематике [1, 3, 18], однако существующие в науке представления о типовой и вариантной анатомии СМ в большинстве своём были сформированы по результатам изучения сердец взрослых людей, тогда как результаты анатомических исследований СМ детских и плодных сердец представлены лишь в единичных публикациях [5, 14, 17]. И если в отношении основных анатомических характеристик СМ левого желудочка исследователи, как правило, единодушны, то данные о классификации, строении и положении СМ правого желудочка (ПЖ) в нормальном¹ сердце плода человека во многом противоречивы. Между тем эти данные важны для развивающейся фетальной интервенционной кардиологии и кардиохирургии, для точной дифференциальной диагностики крайних вариантов нормального строения сердца и его аномалий. Кроме того, результаты морфометри-

ческих исследований СМ становятся всё более востребованными в связи с развитием тканевой инженерии клапанного аппарата сердца.

Цель настоящей работы состояла в том, чтобы дать анатомическую характеристику СМ ПЖ в нормальном сердце плода человека 16–28 недель развития.

Материалы и методы. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом Уральского государственного медицинского университета (протокол № 3 от 18.03.2016). Исследовали 94 препарата сердца плодов человека мужского и женского пола 16–28 недель развития, полученных в результате аутопсий плодов после спонтанных и медицинских аборт. В исследование не включали препараты хотя бы при одном из следующих условий: а) диссоциированное развитие плодов при многоплодной беременности; б) врождённые пороки развития плода; в) задержка внутриутробного развития; г) аномалии развития сердца; д) деформация препарата при фиксации. Если при вскрытии ПЖ повреждали какую-либо группу СМ, то из исследования исключали лишь эту группу мышц, но не весь препарат.

Препараты фиксировали и хранили в 5% формалине, изучали с помощью микроскопа МБС-9 (ЛЗСО, г. Лыткарино, Россия) с окуляром ×8 и окулярной морфометрической шкалой, откалиброванной по объект-микрометру (ГОСТ 7513-75); точность измерений от 0,17 мм при об. 0,6 до 0,025 мм при об. 4. До вскрытия сердца измеряли длину, ширину и толщину его желудочкового комплекса на уровне венозной борозды. Длину желудочкового комплекса измеряли от вершушки сердца до правой полуокружности восходя-

¹ Здесь и далее под «нормальным» мы понимаем сформированное без пороков леворасположенное сердце с конкордантным соотношением камер и присердечных сосудов.

Сведения об авторах:

Якимов Андрей Аркадьевич (e-mail: Ayakimov07@mail.ru), кафедра анатомии человека, Уральский государственный медицинский университет, 620219, г. Екатеринбург, ул. Репина, 3

шей части аорты; ширину — как расстояние между наиболее удалёнными друг от друга точками лёгочных поверхностей сердца; толщину — как расстояние между наиболее удалёнными друг от друга точками грудино-рёберной и диафрагмальной поверхностей.

Вскрытие ПЖ начинали с отсечения предсердий; разрезом по правому краю сердца вскрывали ПЖ, мобилизовали его переднюю стенку и изучали переднюю СМ (ПСМ), затем их иссекали и изучали задние и перегородочные СМ. Для описания положения СМ выделили три топографические группы СМ: переднюю, заднюю и перегородочную. Перегородочные СМ были разделены на две подгруппы: переднеперегородочные и заднеперегородочные. К первой подгруппе относились мышцы, находившиеся на заднем крае перегородочно-краевой трабекулы и в её бифуркации. Мышца, занимавшая самое переднее положение в этой подгруппе, была обозначена как передняя СМ конуса (ПСМК). Ко второй подгруппе относились мышцы, которые располагались в заднем (приточном) отделе межжелудочковой перегородки (МЖП). Дважды с интервалом в несколько недель определяли количество СМ, их тип (свободный или прикрепленный) и форму их основания (монолитное или расщеплённое). Если результаты наблюдений не совпадали, форму основания и тип СМ считали неопределёнными. Свободной считали мышцу, которая была связана со стенкой ПЖ только основанием и поверхности которой были покрыты эндокардом со всех сторон. Мышцу, которая одной из поверхностей срасталась со стенкой желудочка, считали прикрепленной. Основанием мышцы считали место её начала от стенок ПЖ или от трабекул, выходящих из этих стенок. Под верхушкой мышцы понимали наиболее удалённый от её основания участок, от которого начинались сухожильные нити, направлявшиеся к створкам или комиссурам. Если поверхности СМ были равноудалены от её основания и СМ имела полусферическую форму, считали, что верхушка у СМ отсутствовала. У каждой СМ подсчитывали количество верхушек и сухожильных нитей, отходивших от них. Измеряли максимальную и минимальную высоту СМ (соответственно наибольшее и наименьшее расстояние от основания до верхушки СМ), а также ширину СМ (наибольшее расстояние между поверхностями СМ на уровне её основания).

Статистическую обработку результатов выполняли в программе Statistica 10.0 (StatSoft Inc.). Если распределение отличалось от нормального, результаты представляли в виде медиан, 25 и 75-го перцентилей и крайних значений. Для выявления статистически значимых различий между морфометрическими параметрами использовали Н-критерий Краскела—Уоллиса, для попарного сравнения использовали метод наименьшей значимой разности Фишера (LSD-test). Для корреляционного анализа использовали критерий Спирмена (Rs). О статистической значимости различий долей (частот встречаемости) судили на основании одностороннего теста различий двух пропорций (опция «difference tests»). Критический уровень значимости был равен 0,05; при множественных сравнениях его корректировали поправкой Бонферрони.

Результаты исследования. На 94 препаратах в общей сложности было обнаружено 580 СМ ПЖ, их количество на одном препарате варьировало от двух до одиннадцати (медиана равна шести). Взаимосвязь между количеством СМ ПЖ и длиной ($R_s = 0,14$; $P = 0,29$), шириной ($R_s = 0,07$; $P = 0,61$) и толщиной ($R_s = 0,09$; $P = 0,5$) желудочкового комплекса не выявлена. Частота встречаемости СМ разной локализации была неодинаковой. Мышцы, расположенные на передней и задней стенках ПЖ, оказались практически постоянными и встречались с той же частотой, что и заднеперегородочные мышцы, в то время как переднеперегородочные СМ имелись значительно реже (табл. 1).

На 77 препаратах была обнаружена одна ПСМ, на 13 препаратах две ПСМ. В 100% случаев ПСМ располагалась на верхушечной трети передней стенки ПЖ вблизи окончания перегородочно-краевой трабекулы. На препаратах с двумя ПСМ вторая ПСМ обычно начиналась из верхушки ПЖ, реже она находилась на передней стенке ПЖ между первой ПСМ и МЖП. Количество задних СМ в большинстве случаев варьировало от одной до трёх (рис. 1). В 66,3% случаев на задней стенке ПЖ находилось несколько СМ, что дало основание обозначить их как задний сосочковый

Таблица 1
Распространённость сосочковых мышц (СМ) разных типов с разной формой основания среди топографических групп СМ правого желудочка в сердце плода человека

Топографическая группа СМ (количество препаратов)	Встречаемость СМ, количество препаратов (%)	Общее количество СМ	Тип СМ, абс. цифры (% от общего количества мышц этой группы)		Форма основания СМ, абс. цифры (% от общего количества мышц этой группы)		
			свободный	прикреплённый	неопределённый	монолитная	расщеплённая
Передние СМ (90)	90 (100)	103	103 (100)	0	0	95 (92,2)	8 (7,8)
Задние СМ (90)	89 (98,9)	183	158 (86,3)	10 (5,5)	15 (8,2)	145 (79,2)	29 (15,9)
Заднеперегородочные мышцы (91)	84 (92,3)	185	141 (76,2)	42 (22,7)	1 [#] (0,5)	170 (91,9)	14 (7,6)
Переднеперегородочные мышцы (94)	65 (69,1) 32 (34,0)	65 44	30 (46,2) 23 (52,3)	25 (38,5) 13 (29,5)	10 (15,4) 8 (18,2)	65 (100) 44 (100)	0 0

Примечание. ПСМК — передняя сосочковая мышца артериального конуса (мышца Ланцизи), ДСМК — добавочные сосочковые мышцы артериального конуса. [#] В одном случае данные в протоколе отсутствовали.

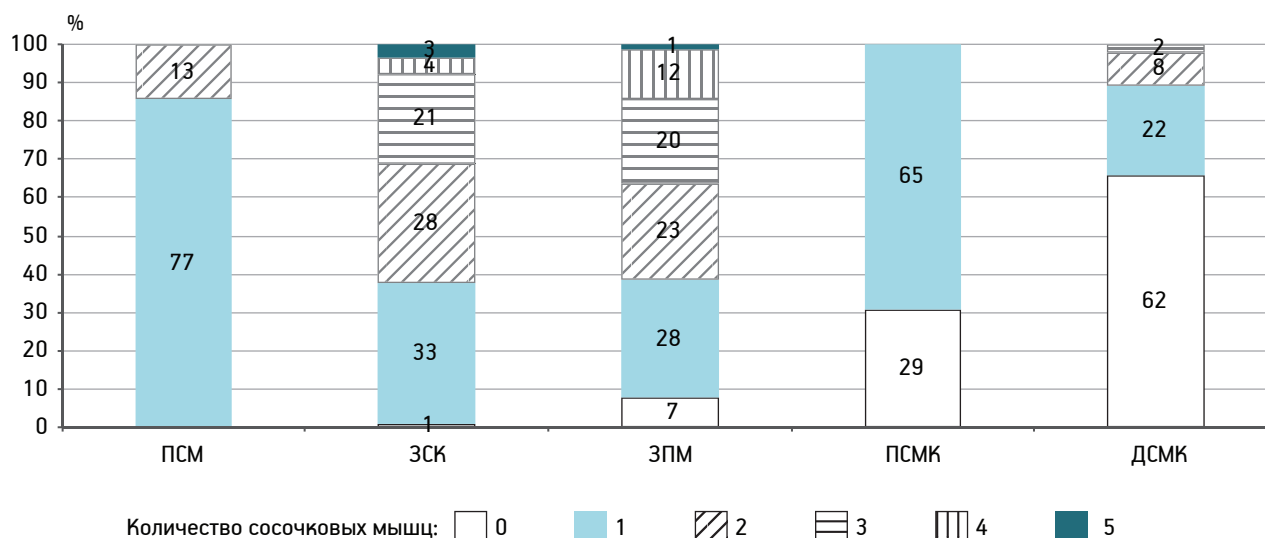


Рис. 1. Распределение препаратов с разным количеством сосочковых мышц (СМ) по их топографическим группам.

По оси абсцисс — топографические группы: ПСМ — передние СМ, ЗСК — задний сосочковый комплекс, ЗПМ — заднеперегородочные мышцы, ПСМК — передняя СМ артериального конуса, ДСМК — добавочные СМ артериального конуса. По оси ординат — частота встречаемости СМ (%). Числа на столбцах гистограммы означают количество препаратов с тем или иным количеством СМ в соответствующей топографической группе

комплекс (ЗСК). Мышцы ЗСК могли находиться на любом участке верхушечной и средней трети задней стенки ПЖ, а также в месте соединения указанной стенки с МЖП. Перегородочные СМ встречались как в её переднем (выводном), так и заднем (приточном) отделе. В этой группе наиболее постоянными оказались заднеперегородочные мышцы. Их количество варьировало от одной до пяти. Препараты с одной, двумя и тремя СМ этой локализации встречались с одинаковой частотой ($P = 0,09$), при этом частота их встречаемости превышала таковую для препаратов с четырьмя и пятью заднеперегородочными СМ. Количество переднеперегородочных СМ также не превышало пяти. ПСМК на 36 препаратах из 65 (55,4%) находилась в бифуркации перегородочно-краевой трабекулы тотчас ниже места внедрения наджелудочкового гребня в МЖП. В остальных случаях она располагалась на обращенной к перепончатой части МЖП задней ветви той же трабекулы либо замещала указанную ветвь. Кроме ПСМК, из выводного отдела МЖП иногда начиналась одна, реже две добавочные СМ. Они находились на заднем крае перегородочно-краевой трабекулы и/или между задней ветвью этой трабекулы и наджелудочковым гребнем.

Мышцы свободного типа преобладали на передней и задней стенках ПЖ, несколько реже встречались в заднеперегородочной подгруппе и менее всего были характерны для переднего отдела МЖП (см. табл. 1). Корреляционный анализ показал, что во всех топографических группах увеличение количества СМ происходило за счёт увеличения доли мышц прикрепленного типа;

исключением явились ПСМ, среди которых прикрепленные СМ отсутствовали. Во всех топографических группах преобладали СМ с монолитным основанием. Одинаково часто ($P = 0,46$) такие СМ встречались на передней стенке ПЖ и в заднем отделе МЖП, тогда как в ЗСК их доля была меньше ($P < 0,01$) за счёт увеличения доли СМ, которые формировались при слиянии двух, реже трёх мясистых трабекул. Мышцы с расщепленным основанием были особенно типичны для места соединения задней стенки ПЖ с МЖП, тогда как в переднем отделе МЖП такие СМ не были обнаружены ни на одном препарате (см. табл. 1).

Тип СМ каждой топографической группы был сопоставлен с формой их основания. Это позволило выявить типичные и редкие варианты анатомического строения СМ как в пределах топографической группы, так и в ПЖ в целом. Подавляющее большинство ПСМ было представлено мышцами свободного типа с монолитным основанием (рис. 2, а). Среди мышц ЗСК 78,6% СМ относились к свободному типу и при этом имели монолитное основание, на 15,5% препаратов основание СМ этого типа было расщеплено. Мышцы прикрепленного типа с монолитным основанием встречались в этой группе с частотой 4,2%, с расщепленным основанием — с частотой 1,8%. В заднеперегородочной подгруппе свободные СМ с монолитным и расщепленным основанием составляли соответственно 69,9 и 7,1%. Распространенность СМ прикрепленного типа с монолитным основанием среди мышц этой локализации была равна 22,4%, что уступало частоте встречаемости таких же мышц в переднеперего-

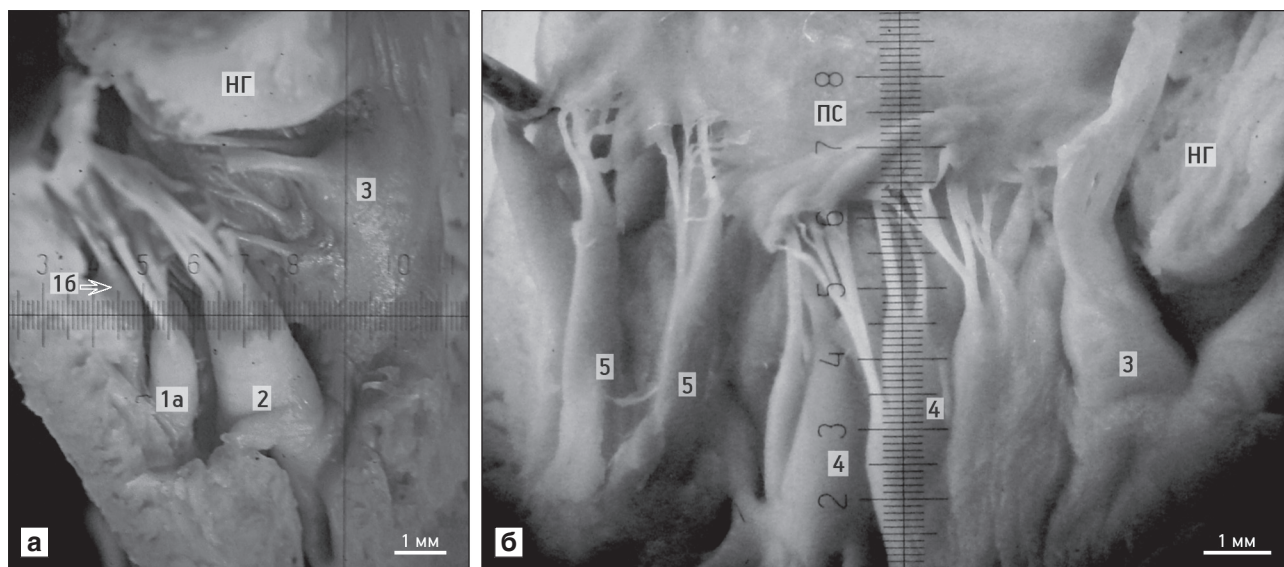


Рис. 2. Сосочковые мышцы правого желудочка сердца плода человека.

а — 24–25 нед гестации; б — 20–21 нед гестации. 1 — задние сосочковые мышцы (СМ) свободного (1а) и прикреплённого (1б) типов; 2 — передняя СМ; 3 — передняя СМ артериального конуса; 4 — заднеперегородочные СМ; 5 — СМ «заднего угла» правого желудочка. НГ — наджелудочковый гребень, ПС — перегородочная створка

родочной подгруппе, но превышало аналогичный показатель в группах передних и задних СМ.

Количество вершущек СМ варьировало от одной до пяти. Во всех топографических группах преобладали СМ с одной вершущкой. Такие СМ чаще всего встречались на МЖП, тогда как мультиапикальные СМ были наиболее характерны для передней стенки ПЖ (рис. 3). Девять из 580 СМ (1,5%) не имели чётко очерченной вершущки. Эти СМ по внешнему виду напоминали бугорок или полусферу и располагались исключительно на МЖП, как правило, в бифуркации перегородочно-краевой трабекулы (см. рис. 2, б). Значения морфометрических параметров СМ варьировали в широких пределах (табл. 2). Самыми крупными размерами отличались ПСМ. Задние СМ

уступали им по показателям высоты и ширины, но были выше, чем перегородочные мышцы. Переднеперегородочные СМ при небольшой высоте имели относительно широкое основание, в то время как ширина мышц заднеперегородочной подгруппы была минимальной.

Количество сухожильных хорд первого порядка у СМ разной локализации было неодинаковым. Так, для заднего отдела МЖП были типичны монохордальные СМ, а для передней и задней стенок ПЖ — полихордальные СМ. При этом если СМ ЗСК в 75% случаев имели от одной до трёх хорд первого порядка, то среди ПСМ примерно с той же частотой (70%) наблюдалось от четырёх до восьми таких хорд. В 74,8% ПСМ посылали хорды только к передней створке право-

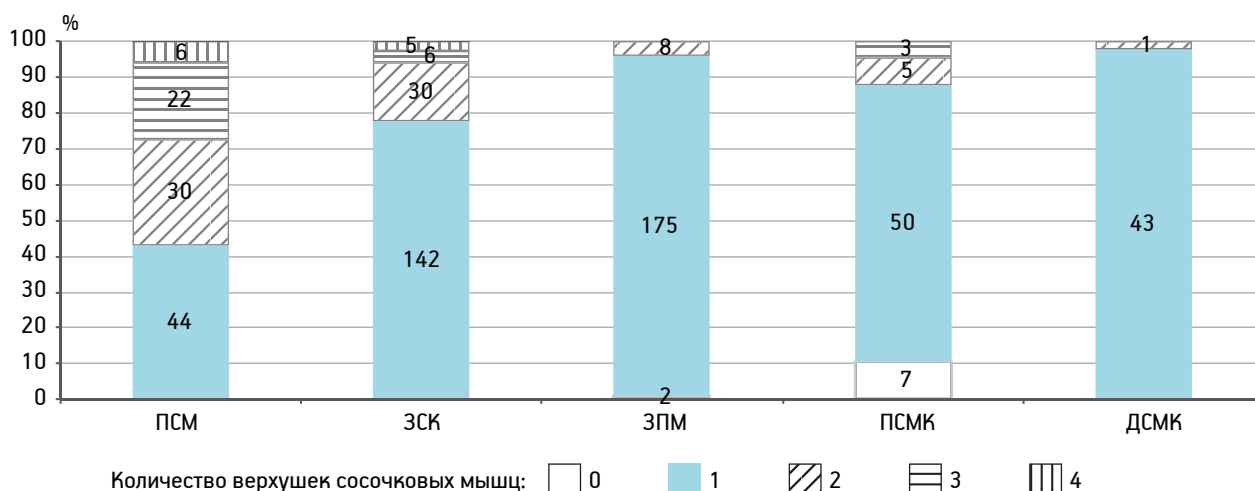


Рис. 3. Распределение сосочковых мышц с разным количеством вершущек по топографическим группам.

Обозначения по оси абсцисс те же, что и на рис. 1. Числа на столбцах гистограммы означают количество мышц с тем или иным количеством вершущек

Таблица 2

**Морфометрические параметры сосочковых мышц (СМ) разных топографических групп
в правом желудочке сердца плода человека**

Морфометрический параметр	Статистический параметр	Топографическая группа СМ				
		Передние	Задние	Переднеперегородочные	Заднеперегородочные	
					Мышцы свободного типа	Мышцы прикрепленного типа
Высота максимальная	Медиана	4,75*	3,15*	1,85	1,75	1,8
	P25 – p75	3,9–6,25	2,25–4,15	1,5–2,25	1,38–2,5	1,5–2,2
	Крайние значения	0,9–11,2	0,75–8,2	0,5–3,85	0,5–5,0	0,63–4,75
Высота минимальная	Медиана	3,9*	2,35*	1,5	1,35	0,66*
	P25–p75	3,08–4,75	1,65–3,2	1,1–1,9	0,91–1,8	0,43–1,0
	Крайние значения	0,9–7,0	0,75–7,25	0,5–3,5	0,35–3,9	0,2–1,85
Ширина	Медиана	2,0*	1,0*	1,7*	0,63	0,75
	P25–p75	1,5–2,4	0,75–1,45	1,35–2,0	0,45–0,9	0,57–1,0
	Крайние значения	0,5–3,8	0,23–3,4	0,63–3,1	0,25–2,05	0,35–1,35

Примечание. Значения параметров, отмеченных знаком *, согласно LSD-тесту Фишера статистически значимо различаются между собой и отличаются от тех значений данного морфометрического параметра, которые этим знаком не отмечены. Отсутствие знака * у медианы того или иного морфометрического параметра означает, что статистически значимые различия между значениями данного параметра не выявлены.

го предсердно-желудочкового клапана, в 22,3% к передней и задней створкам; лишь у трёх мышц хорды первого порядка достигали переднезадней комиссуры. Ни на одном препарате ПСМ не была связана с перегородочной створкой клапана. От ЗСК хорды в 16,9% случаев шли лишь к задней створке, в 30% лишь к перегородочной створке. Наиболее часто мышцы ЗСК посылали хорды к обоим указанным створкам, а также к заднеперегородочной комиссуре (35,5%). У заднеперегородочных мышц хорды первого порядка в 97,7% случаев шли исключительно к перегородочной створке и лишь в единичных случаях достигали заднеперегородочной комиссуры¹. Выявлены различия в распределении сухожильных хорд переднеперегородочных СМ. Передняя СМ конуса посылала хорды к переднеперегородочной комиссуре и/или примыкавшему к ней участку передней створки. Между тем хорды мышц, расположенных на заднем крае перегородочно-краевой трабекулы, соединялись с передним участком перегородочной створки, реже с переднеперегородочной комиссурой, но никогда не направлялись к передней створке. В 1,7% случаев в ПЖ имелись СМ, верхушки которых врастали в желудочковую поверхность створок у их основания. Такие мышцы встречались во всех группах за исключением передней.

Обсуждение полученных данных. По традиционным представлениям в ПЖ имеется три СМ: передняя, задняя и перегородочная [18],

что противоречит нашим результатам и данным других исследователей [3, 4, 7]. Так, в сердцах грудных детей количество СМ ПЖ варьировало от двух до девяти [7], а в сердцах взрослых достигало одиннадцати [3]. Анализ литературы показал, что это противоречие носит формальный характер и связано с терминологической неопределённостью: говоря о трёх СМ ПЖ, авторы [5, 13, 18] имели в виду не обособленные СМ, а их топографические группы. Передняя СМ является постоянной структурой ПЖ, что согласуется с данными литературы [3–5, 13, 18]. Случай отсутствия этой мышцы описан М. Skwarek и соавт. [15]. Учитывая её существенный вклад в обеспечение оптимальной внутрисердечной гемодинамики, солидарны с данным автором в том, что отсутствие ПСМ следует рассматривать как аномалию формирования клапанного аппарата. В ПЖ может встречаться и вторая СМ, берущая начало из передней стенки или из верхушечных трабекул [4, 9, 13]. Частота встречаемости препаратов с двумя ПСМ в ПЖ сердец взрослых людей [13] не отличалась от аналогичного показателя в сердцах плодов (P = 0,21). В сердцах плодов в состав задней топографической группы, в отличие от передней, как правило, входило несколько СМ; это было характерно и для сердец взрослых [4, 13]. К данной группе в настоящем исследовании относили как СМ, расположенные на задней стенке ПЖ, так и СМ, находившиеся в месте соединения этой стенки с МЖП и названные М. Skwarek et al. [15] «мышцами заднего угла ПЖ» (см. рис. 2, б). Количество анатомических вариантов СМ той и

¹ Соединение заднеперегородочных СМ со створками и комиссурами проследили на 174 мышцах из 185.

другой подгруппы было весьма велико, при этом варианты, типичные для задней стенки ПЖ, не обязательно преобладали в области его «заднего угла» [15].

Перегородочные СМ встречались с частотой от 62,7% [2] до 91,9% [15]. По данным южноамериканских исследователей, на МЖП находится не более трёх [16] или четырёх [13] СМ. Результаты настоящего исследования совпадают с данными [2, 3], согласно которым количество перегородочных СМ может достигать пяти. Переднеперегородочные СМ впервые детально изучил А. Wenink [17], который обозначил их как «медиальный сосочковый комплекс» и описал его анатомические варианты. В сердцах новорождённых этот комплекс в одних случаях был представлен двумя рядами СМ одинакового размера; один ряд был связан с передней, другой с перегородочной створкой трехстворчатого клапана; в других случаях встречали одну крупную и несколько мелких СМ. Самая крупная СМ комплекса — ПСМК (мышца Ланцизи) — по данным настоящей работы встречалась в 69,1% сердец плодов, в то время как частота её встречаемости в постнатальном периоде варьировала от 75,7 до 100% [3, 10, 14, 15]. Согласно D.Jeżyk и соавт. [8] переднеперегородочные СМ были постоянными, а СМ и/или хорды в заднем отделе МЖП встречались в 40,5% случаев. Это отличалось от результатов данной работы, что можно объяснить использованием разных подходов к классификации перегородочных СМ. Описывая СМ МЖП, D.Jeżyk и соавт. [8] отошли от традиционного, онтогенетически обоснованного и клинически целесообразного деления МЖП на приточный и выводной отделы, а механистически разделили МЖП на переднюю, среднюю и заднюю трети, в результате чего, помимо передних и задних, выделили «центральные» перегородочные СМ, которые следовало бы отнести к заднеперегородочной подгруппе.

Весьма вероятно, что различия в частоте встречаемости СМ ПЖ объясняются не только анатомической изменчивостью препаратов, но и разным пониманием исследователями термина «сосочковая мышца». Так, в англоязычных публикациях для обозначения всей СМ часто используют термины «сосочек», «головка», причём иногда даже в одной и той же статье встречается смешение понятий. Например, G.R.Nigri и соавт. «головку СМ определили как мышцу, которая непосредственно прикреплялась к стенке желудочка» [13, стр. 47]. В настоящей работе под СМ понимали покрытый эндокардом вырост миокарда желудочка, имеющий основание, брюшко, как правило, имеющий верхушку и соединяющийся посредством сухожильных нитей со створ-

кой (створками) и/или комиссурой (комиссурами) предсердно-желудочкового клапана. Между тем польские морфологи, которые придерживались концепции о мультисегментарном и мультиапикальном строении СМ, встречая на одной стенке ПЖ два и более таких образований, рассматривали их как «сегменты» одной СМ, а не как отдельные мышцы, образующие топографическую группу [8, 9, 15]. Другая причина расхождений результатов состояла в том, что иногда анатомы принимали за СМ структуры, которые таковыми не являлись. Так, A.Soto et al. [16] в 4,5% случаев на МЖП встречали мостовидные (bridge-shaped) СМ, тогда как их следовало бы отнести к мясистым трабекулам. Скорее трабекулой, чем СМ, является анатомическая структура, которая представлена на рис. 7 в работе A.C.G.Wenink [17]. Наконец, не исключено, что исследователи не всегда учитывали маленькие СМ; это наиболее вероятно в отношении перегородочных СМ прикреплённого типа.

В 2002 г. С.Е.Nerantzis и соавт. разделили СМ на свободные и прикреплённые [12]. D.Berdajs и соавт. эндоскопически изучили СМ левого желудочка в сердцах взрослых людей [6]. Форма основания СМ (монолитное или расщеплённое) являлась одним из критериев классификации СМ, предложенной этими учёными. В настоящей работе впервые сопоставлен тип СМ с формой их основания и установлено, что СМ разных топографических групп ПЖ сердца плода обладают специфическими особенностями строения. Так, передние СМ — это свободные мышцы с монолитным основанием, имеющие одну, две или три верхушки. Для ЗСК характерны СМ с монолитным, реже с расщеплённым основанием, количество верхушек которых, как правило, не превышает двух. Для МЖП типичны моноапикальные мышцы с монолитным основанием, равновероятно относящиеся к свободному или прикреплённому типу.

У плодов наибольшее количество хорд было характерно для ПСМ, меньшее для ЗСК и наименьшее для мышц МЖП. Так, в сердце плода одна ПСМ обычно отдавала 4–6 апикальных сухожильных хорд, что соответствовало среднему количеству хорд (4,74) ПСМ у взрослых [13, 18]. Известно, что хорды «медиального сосочкового комплекса» связаны с перегородочной половиной передней створки и с переднеперегородочной комиссурой, хорды заднеперегородочных мышц — с передней и центральной частями перегородочной створки [14], а СМ «заднедиафрагмальной группы» — с соседними участками задней и перегородочной створок и заднеперегородочной комиссурой [11]. Всё это согласуется с нашими

результатами. Хорды ПСМ в 95,3% наблюдений шли исключительно к передней створке или к передней и задней створкам и реже всего к переднезадней комиссуре. Это же было отмечено и в сердцах взрослых людей [2, 18]. Ни на одном препарате мы не встретили хорд, которые бы шли от ПСМ к перегородочной створке, однако А.П. Степанчук [5] допускает такую возможность. Известно, что задние и перегородочные СМ, их хорды и соответствующие им створки развиваются путём «размывания» и деламинации миокарда задней стенки первичного желудочка, тогда как ПСМ, её хорды и передняя створка происходят из материала бульбовентрикулярной складки. Соединение дефинитивных анатомических образований, происходящих из разных источников, в частности, ПСМ и перегородочной створки, является «эмбриологической невозможностью» и однозначно должно быть расценено как аномалия [1].

Таким образом, установлено, что в ПЖ сердца плода человека имеются три топографические группы СМ: передняя, задняя и перегородочная. Сосочковые мышцы, формирующие эти группы, как правило, различаются между собой по количеству, размерам, внешнему строению, а также количеству и распределению апикальных сухожильных хорд, что обуславливает уникальные анатомические особенности каждой группы.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Кульчицкий К.И., Соколов В.В., Марущенко Г.Н. Клапаны сердца. Киев: Здоровья, 1990.
3. Михайлов С.С. Клиническая анатомия сердца. М.: Медицина, 1987.
4. Степанчук А.П. Морфометрические исследования миоэндокардиальных образований желудочков сердца в норме // Вісник проблем біології і медицини. 2012. Вип. 3. Т. 2, № 95. С. 174–178.
5. Шаликова Л.О. Топография и анатомия клапанного аппарата сердца человека в раннем плодном периоде онтогенеза: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Оренбург, 2013.
6. Berdajs D., Lajos P., Turina M.I. A new classification of the mitral papillary muscle // Med. sci. monit. 2005. Vol. 11, № 1. P. 18–21.
7. Gerola L.-R., Wafae N., Vieira M.-C. et al. Anatomic study of the tricuspid valve in children // Surg. Radiol. Anat. 2001. Vol. 23, № 3. P. 149–153.
8. Jeżyk D., Duda B., Jerzemowski J., Grzybiak M. Positions of septal papillary muscles in human hearts // Folia Morphol. 2010. Vol. 69, № 2. P. 101–106.
9. Kosiński A., Zajączkowski M., Kuta W. et al. Septomarginal trabecula and anterior papillary muscle in primate hearts: developmental issues // Folia Morphol. 2013. Vol. 72, № 3. P. 202–209.
10. Loukas M., Tubbs S.R., Louis Jr R.G. 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.
11. Muresian H. The clinical anatomy of the right ventricle // Clin. Anat. 2016. Vol. 29, № 3. P. 380–398.
12. Nerantzis C.E., Koutsafitis Ph.N., Marianou S.K. et al. Original histologic findings in arteries of the right ventricle papillary muscles in human hearts // Anat. Rec. 2002. Vol. 266, № 3. P. 146–151.
13. Nigri G.R., DiDio L.J.A., Baptista C.A.C. Papillary muscles and tendinous cords of the right ventricle of the human heart: morphological characteristics // Surg. Radiol. Anat. 2001. Vol. 23, № 1. P. 45–49.
14. 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.
15. 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.
16. Soto A., Henriquez J. Características morfológicas y biométricas del músculo papilar septal en corazones de individuos [Morphological and biometric characteristics of septal papillary muscle in hearts of chilean individuals] // Int. J. Morphol. 2011. Vol. 29, № 3. P. 711–715.
17. Wenink A.C.G. The medial papillary complex // Br. Heart. J. 1977. Vol. 39, № 9. P. 1012–1018.
18. Xanthos Th., 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.

Поступила в редакцию 11.08.2016

ANATOMIC CHARACTERISTICS OF RIGHT VENTRICULAR PAPILLARY MUSCLES IN HUMAN FETUS

A.A. Yakimov

Right ventricular papillary muscles (PMs) were studied with the help of stereomicroscope in 94 heart specimens of human fetuses at gestational weeks 16–28. Three topographic groups of PMs were found in the right ventricle: anterior, posterior and septal, the latter group comprising antero-septal and posteroseptal PMs. Data on the incidence of PMs, their sizes and tendinous cord distribution are presented. It was shown that PMs of different topographic groups had unique anatomical features. Anterior PMs were mainly free large muscles with solid base, one to three apices and the largest amount of apical tendinous cords. Posterior PMs were characterized by monolithic or, less commonly, split base, while the number of their apices, as a rule, did not exceed two. The height and width of posterior PMs were relatively smaller than those of the anterior PMs but exceeded the same dimensions of the septal muscles. Typically, the septal wall of the right ventricle had little monoapical muscles with the solid base, both free and fixed. The terminological uncertainty in the description of PMs is emphasized as one of the possible reasons for the discrepancy of the results obtained by different researchers.

Key words: heart, right ventricle, papillary muscles, valves, human fetus

Department of Human Anatomy, Ural State Medical University, Yekaterinburg