

Анатомическая характеристика петель миокарда взрослого человека

Евгения Германовна Дмитриева*, Андрей Аркадьевич Якимов

Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия;

Уральский Федеральный университет им. первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

Реферат

Цель. Установить особенности строения и локальной топографии петель миокарда на препаратах сердца людей зрелого и пожилого возраста.

Методы. Было исследовано 100 препаратов сердца людей зрелого и пожилого возраста, умерших от несердечных причин. На 60 сердцах были отпрепарированы подэпикардальные кровеносные сосуды и миокардиальные образования над их участками. Регистрировали частоту самостоятельного отхождения конусной артерии от аорты. Определяли количество петель миокарда, их локализацию и длину. Из 40 макропрепаратов сердца делали гистологические срезы из участков венечной борозды, содержащих петли миокарда. Измеряли кратчайшие расстояния от венечного синуса и миокарда левого предсердия до внутрисетлевого отдела артерии, толщину петель, площадь поперечного сечения артерии и периваскулярного пространства, определяли соотношение этих параметров. Для оценки значимости различий применяли U-критерий Манна–Уитни, для выявления связи двух качественных признаков использовали критерий χ^2 Пирсона. Для корреляционного анализа применяли коэффициент Спирмена (R).

Результаты. Макроскопически петли миокарда были обнаружены на 12 (20%) сердцах из 60. Чаще они определялись на препаратах, где конусная артерия самостоятельно отходила от аорты. При гистологическом исследовании петли миокарда были выявлены на 10 (25%) сердцах из 40. Они располагались над артериями, сопровождавшими венечный синус. Их длина варьировала от 8,5 до 44,53 мм (Me=16,68 мм), толщина — от 0,16 до 0,58 мм (Me=0,31 мм). Выделены два варианта петель миокарда (артериальный и артериовенозный), различавшиеся по толщине ($p=0,045$).

Вывод. Петли миокарда преимущественно располагаются на диафрагмальной поверхности сердца в левой половине венечной борозды над артериями, сопровождающими венечный синус, при этом артерия может проходить в петле миокарда отдельно от вен или в «муфте» венечного синуса; наличие петель миокарда ассоциировано с самостоятельным отхождением конусной артерии от аорты.

Ключевые слова: сердце, венечные артерии, петли миокарда, венечный синус, левое предсердие.

Для цитирования: Дмитриева Е.Г., Якимов А.А. Анатомическая характеристика петель миокарда взрослого человека. *Казанский мед. ж.* 2021; 102 (5): 687–693. DOI: 10.17816/KMJ2021-687.

Anatomical characteristics of myocardial loops in the adults

E.G. Dmitrieva, A.A. Iakimov

Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia;

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Abstract

Aim. To establish structural features and adjacent anatomy of myocardial loops in the adult and elderly human hearts.

Methods. We studied 100 hearts obtained from adult and elderly people who died from non-cardiac causes. We dissected subepicardial blood vessels and their intramural segments on 60 formalin-fixed hearts. The rate of the cone artery directly originating in the aorta (third coronary artery) was recorded. The number of myocardial loops, their localization and length were determined. We made histological sections from 40 heart specimens from

areas of the coronary groove containing myocardial loops. The shortest distances from the coronary sinus and myocardium of the left atrium to the artery, the thickness of the loops, the cross-sectional area of the artery and perivascular space and the ratio of these parameters were measured. The statistical significance of differences was assessed by using the Mann–Whitney U-test. The relationship between the two qualitative features was identified using the Pearsons χ^2 test. The Spearman's rank correlation coefficient (R) was used for the correlation analysis.

Results. Macroscopically, myocardial loops were found in 12 (20%) hearts out of 60. More often, they were determined on specimens where the cone artery directly originating in the aorta. Histological examination revealed myocardial loops in 10 (25%) hearts out of 40. They were located above the arteries accompanying the coronary sinus. Their length varied from 8.5 to 44.53 mm (Me=16.68 mm), thickness from 0.16 to 0.58 mm (Me=0.31 mm). Two types of myocardial loops (arterial and arteriovenous), differing in thickness ($p=0.045$), were distinguished.

Conclusion. The myocardial loops are predominantly located on the diaphragmatic surface of the heart in the left half of the coronary groove over the arteries accompanying the coronary sinus, while the artery can pass in the myocardial loop separately from the veins or in the “sleeve” of the coronary sinus; the presence of myocardial loops is associated with the independent aortic origin of the cone artery.

Keywords: heart, coronary arteries, myocardial loops, coronary sinus, left atrium.

For citation: Dmitrieva E.G., Iakimov A.A. Anatomical characteristics of myocardial loops in the adults. *Kazan Medical Journal*. 2021; 102 (5): 687–693. DOI: 10.17816/KMJ2021-687.

Актуальность. В России и других развитых странах одно из наиболее часто регистрируемых нарушений ритма сердца — фибрилляция предсердий [1]. При планировании и проведении хирургической абляции для лечения этого заболевания важно учитывать особенности соотношений сосудов венечной борозды с миокардом предсердий [2]. Так, во время операции «лабиринт» при формировании линий блока проведения импульсов в различных участках левого предсердия неэффективность абляции может быть связана с интрамиокардиальным расположением венечного синуса в «муфте» миокарда [3].

Интрамиокардиальный ход могут иметь и отдельные участки венечных артерий (ВА). Вариантом такого расположения желудочковых ветвей ВА бывает их прохождение под мостиками миокарда. Особенности их распределения и морфометрические характеристики изучены многими авторами [4, 5].

Пучки миокарда предсердий, охватывающие артерии в венечной борозде, P. Polacek и H. Kralov (1961) выделили в отдельную группу и назвали их петлями миокарда (ПМ) [6]. Большая часть работ по изучению ПМ выполнена с использованием лучевых методов исследования пациентов, в то время как анатомические работы единичны [7].

Информация о частоте ПМ представлена во многих публикациях, но анализ литературы показал, что этот показатель варьирует в очень широком диапазоне: от 0,1% по данным коронароангиографии [8] до 49% по результатам изучения секционного материала [7]. Данные об особенностях локальной топографии ПМ

и взаимосвязи между наличием ПМ и вариантами ветвления ВА в литературе отсутствуют.

Знание анатомии и топографии ПМ необходимо не только для понимания закономерностей строения сердца, но и для выбора оптимальной тактики при проведении операции на задненижних отделах предсердий.

Цель исследования — установить особенности строения и локальной топографии ПМ на препаратах сердца людей зрелого и пожилого возраста.

Материал и методы исследования. Было исследовано 100 препаратов сердца, полученных из патоморфологических отделений клинических баз Уральского государственного медицинского университета в соответствии с соглашениями о сотрудничестве, от умерших, тела которых не были востребованы для захоронения; возможность получения информированного согласия отсутствовала. При работе с секционным материалом учитывали требования статьи 5 Федерального закона №8 «О погребении и похоронном деле» от 12.01.1996 (с изменениями и дополнениями от 01.01.2017).

Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол №5 от 24 мая 2019 г.).

Критерии включения в исследование:

- 1) зрелый или пожилой возраст умерших;
- 2) смерть от «несердечного» заболевания;
- 3) типичное левостороннее положение сердца;
- 4) внешне обычно сформированное сердце;

5) конкордантное соотношение камер сердца и присердечных сосудов;

6) масса сердца 200–420 г.

Критерии ограничения:

1) пороки сердца, аномалии ВА;

2) перенесённые операции на сердце или ВА;

3) макроскопические признаки осложнений ишемической болезни сердца;

4) повреждение, деформация объектов исследования.

На одной группе препаратов ($n_1=60$) выполняли макроскопическую часть работы. Для этого сердца фиксировали в 10% растворе формалина, классическим методом при помощи скальпеля и пинцета без предварительной инъекции препарировали подэпикардальные кровеносные сосуды и миокардиальные образования (мостики и петли) над их участками. Количество и положение ПМ сопоставляли с аналогичными характеристиками мостиков миокарда. Обращали внимание на самостоятельное отхождение конусной артерии от аорты. Тип кровоснабжения желудочкового комплекса сердца определяли на основании принадлежности задней межжелудочковой ветви к системе левой или правой ВА. Длину ПМ измеряли штангенциркулем ШЦЦ-2-250 0.05 (Челябинский инструментальный завод, шаг дискретности отсчётного устройства 50 мкм, с поверкой).

Микроанатомическую часть работы выполняли на другой группе препаратов ($n_2=40$). На этих сердцах делали срезы поперёк венечной борозды с интервалом 0,5 см, при обнаружении ПМ брали эти участки для изготовления гистологических препаратов. Материал фиксировали в 10% растворе нейтрального забуференного формалина, проводку осуществляли по стандартной методике. После проводки кусочки заключали в парафин. Из парафиновых блоков изготавливали срезы толщиной 3 мкм, которые окрашивали гематоксилином Эрлиха и эозином, пикрофуксином по Ван-Гизону. Для их изучения использовали микроскоп Olympus CX31RTSF (Япония).

Для проведения морфометрии делали фотографии микропрепаратов с помощью опции «сшивка» в программе ADF Image Capture 4.7 (2019). На полученных изображениях с помощью программы ImageJ 1.53e (2020) измеряли кратчайшие расстояния от артерии, расположенной в ПМ, до венечного синуса и миокарда левого предсердия, толщину ПМ, площадь поперечного сечения внутриветлевого отдела артерии и периваскулярного пространства, определяли соотношение этих параметров.

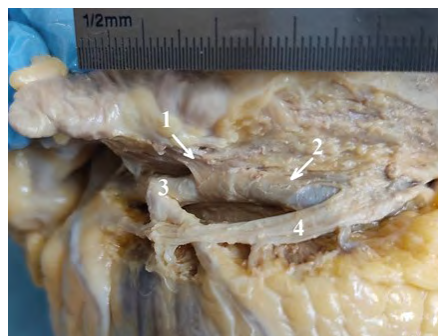


Рис. 1. Петля миокарда (обозначена стрелками), образованная миокардом левого ушка сердца (1) и задней стенки левого предсердия (2), окружает огибающую ветвь левой венечной артерии (3). Большая вена сердца (4) расположена сзади от артерии

Статистическую обработку выполняли в программе Statistica 13.3 (StatSoft Inc., USA). Результаты представляли в виде медиан (Me) и крайних значений. Для корреляционного анализа использовали коэффициент Спирмена (R). Для оценки значимости различий применяли U-критерий Манна–Уитни, для выявления связи двух качественных признаков использовали критерий χ^2 Пирсона. Уровень значимости α принимали равным 0,05.

Результаты. Макроскопически ПМ были обнаружены на 12 (20%) сердцах из 60. На 10 препаратах они располагались над огибающей ветвью левой ВА: из них в 2 случаях ПМ были отмечены над артерией у основания левого ушка, в остальных 8 наблюдениях огибающая ветвь залегала между задней стенкой левого и большой веной сердца или венечным синусом (рис. 1).

Крайне редко ПМ были выявлены над конечным отделом правой ВА, который входил в миокардиальную «муфту» венечного синуса в месте его впадения в правое предсердие. На 9 сердцах, в которых огибающая ветвь левой ВА проходила в ПМ, над желудочковыми ветвями левой ВА были обнаружены мостики миокарда. Мостики присутствовали над передней межжелудочковой ($n=9$), левой краевой ($n=2$) и диагональной ($n=1$) артериями, их количество на одном препарате варьировало от одного до трёх. Только на 3 сердцах ПМ встречались изолированно: в 2 случаях они располагались над правой ВА, на 1 препарате — над огибающей ветвью у основания левого ушка. Взаимосвязи между наличием петель и мостиков миокарда не выявлено ($\chi^2=0,21$; $p=0,64$).

На всех препаратах был определён тип кровоснабжения желудочкового комплекса сердца. На 10 сердцах наличие ПМ сочеталось с правовенечным типом кровоснабжения,



Рис. 2. Участок венечной борозды на уровне формирования венечного синуса. Варианты формирования петель миокарда. А. Артериальный вариант. Б. Артериовенозный вариант. 1 — венечная артерия; 2 — венечный синус; 3 — петля миокарда; 4 — «муфта» венечного синуса; 5 — задняя стенка левого предсердия. Окраска пикрофуксином по Ван-Гизону. Увеличение $\times 40$

в 1 случае — с левовенечным, ещё в 1 — с равномерным.

Самостоятельное отхождение конусной артерии от аорты было отмечено на 25 (42%) сердцах, при этом ПМ были на 8 из них. Наличие ПМ над ВА было ассоциировано с самостоятельным отхождением конусной артерии ($\chi^2=3,64$; $p=0,05$). Длина ПМ варьировала в широком диапазоне: от 8,5 до 44,53 мм ($Me=16,68$ мм), длина ПМ у основания левого ушка сердца составила 11,73 и 18,5 мм, в месте прохождения артерии у передней стенки венечного синуса колебалась от 8,5 до 44,53 мм, в месте впадения венечного синуса в правое предсердие была равна 10,0 и 15,0 мм.

При гистологическом исследовании ПМ были выявлены на 10 (25%) сердцах из 40. ПМ располагались преимущественно в левой половине венечной борозды на диафрагмальной поверхности сердца в 13 участках. Наиболее часто ПМ были обнаружены над артерией, сопровождавшей венечный синус ($n=7$), в 4 случаях — у основания левого ушка, ещё на 2 препаратах — над артерией в «муфте» венечного синуса в месте его впадения в правое предсердие. Полученные данные о количестве и расположении ПМ согласуются с результатами макроскопического исследования.

В большинстве случаев артерия, проходившая в левой половине венечной борозды, тесно соприкасалась с венечным синусом. Наиболее часто эта артерия располагалась спереди (5 из 13) или снизу (4 из 13) от венечного синуса и проходила в тесном пространстве между ним и задней стенкой левого предсердия. Расстояние от внутрипетлевого отдела артерии до венечного синуса составило от 0,14 до 2,54 мм ($Me=0,73$ мм), расстояние от артерии до миокарда левого предсердия

варьировало от 0,07 до 2,32 мм ($Me=0,33$ мм).

Выделено два варианта формирования ПМ: артериальный и артериовенозный (рис. 2). При артериальном варианте огибающая ветвь левой ВА или правая ВА проходила внутри ПМ отдельно от вен (большой вены сердца или венечного синуса), расположенных в субэпикардальной клетчатке венечной борозды. Артериовенозный вариант характеризовался прохождением артерии в «муфте» венечного синуса.

Морфометрические характеристики ПМ и внутрипетлевого участка артерии представлены в табл. 1.

Анализ результатов показал, что в двух группах различалась только толщина ПМ ($p=0,045$). Выявлена обратная корреляция ($R=-0,785$) между величиной этого параметра и расстоянием от внутрипетлевого отдела артерии до миокарда левого предсердия. Чем ближе к левому предсердию находился этот отдел артерии, тем толще была ПМ. Как при артериальном, так и при артериовенозном вариантах ПМ были образованы миокардом предсердий. Пучки миокарда, формировавшие ПМ, отделялись от задней стенки предсердия, покрывали артерию не менее чем на две трети её окружности или же охватывали её полностью и возвращались обратно.

ПМ были образованы исключительно кардиомиоцитами, соединительнотканые волокна располагались лишь вокруг артериол и венул. В 76,9% случаев (10 из 13) кардиомиоциты в пределах одной ПМ располагалисьсонаправленно: на 6 препаратах — перпендикулярно длинной оси артерии, ещё на 4 — косо. Только в 3 случаях отмечена тенденция к выделению слоёв в ПМ: внутреннего (поперечного, циркулярного) и наружного (косого). Вокруг артерии присутствовало периваскулярное пространство, заполненное жировой тканью, содержавшее микрососуды и нервы околоартериального сплетения. На макромикроскопическом уровне эти сосуды и нервы преобладали, прежде всего, в расширенных участках периваскулярного пространства в местах перехода миокарда с задней стенки предсердия на артерию.

Обсуждение. Частота обнаружения ПМ составила 20% по данным макроанатомического исследования и 25% по данным гистологического исследования. По данным литературы, частота выявления ПМ варьирует в очень широком диапазоне. Так, Y. Watanabe и соавт. (2016) ПМ были обнаружены только в 1 случае из 60 над огибающей ветвью левой ВА [9]. Между тем, в работе И.И. Кагана и Н.Н. Тютюнниковой (2017), выполненной на 55 препаратах, было

Таблица 1. Морфометрические характеристики петель миокарда при разных вариантах их формирования

Показатель	Диапазон значений		P
	Артериальный вариант, n=6	Артериовенозный вариант, n=7	
Толщина петли миокарда, мм	0,30–0,44	0,16–0,58	0,045*
Площадь поперечного сечения артерии, мм ²	2,15–13,65	1,76–10,98	0,941
Площадь поперечного сечения периваскулярного пространства, мм ²	2,71–6,35	0,79–12,38	0,164
Индекс соотношения площадей поперечного сечения артерии и периваскулярного пространства	0,39–2,15	0,14–3,77	0,213

отмечено 27 петель: 21 — над огибающей ветвью левой ВА, 6 — над стволом правой ВА [7].

В единичных случаях ПМ были выявлены у пациентов с применением лучевых методов обследования: по данным 6774 коронароангиограмм ПМ были обнаружены в 4 случаях над огибающей ветвью левой ВА, в 3 — над правой ВА, что в совокупности составило 0,1% [8]. Другими исследователями на 2462 коронароангиограммах, полученных с помощью мультиспиральной компьютерной томографии, ПМ были отмечены у 14 (0,6%) пациентов в тех же локализациях в равных соотношениях [10]. Такую низкую частоту прижизненного обнаружения ПМ можно объяснить сложностью их визуализации. Кроме того, изучение ПМ не входило в задачи этих работ.

Присутствие ПМ часто сочетается с наличием мостиков миокарда над желудочковыми ветвями ВА. По данным настоящего исследования, наиболее часто на одном препарате было отмечено сочетание ПМ над огибающей ветвью и мостиков миокарда над передней межжелудочковой ветвью левой ВА.

В литературе описаны случаи одновременного наличия петель и мостиков миокарда над ветвями системы правой ВА. Так, М. Teryakioglu и М. N. Aliyu (2020) выявили ПМ над правой ВА и мостик миокарда над её задней межжелудочковой ветвью [11]. Подобный вариант был описан N. Nishida и Y. Hata (2017), но, кроме перечисленных локализаций, авторами был отмечен мостик миокарда над передней межжелудочковой ветвью левой ВА [12].

Результаты настоящего исследования показали, что наличие ПМ не связано с типом кровоснабжения желудочкового комплекса, но ассоциировано с самостоятельным отхождением конусной артерии от аорты. Подобная особенность была выявлена для мостиков миокарда L.E.B. Asunã и соавт. (2009) [13].

Основными морфометрическими характеристиками ПМ служат их длина и толщина.

Согласно данным исследования, проведённого на секционном материале, длина ПМ варьировала от 2 до 28 мм [7]. Бóльший диапазон значений (8,5–44,5 мм) при исследовании макропрепаратов получен в настоящей работе. Толщина ПМ на гистологических срезах, по данным G. Teofilovski-Parapid и соавт. (2017), колебалась в интервале 2,1–4,2 мм [14]. Значения толщины ПМ, полученные нами, находились в диапазоне от 0,3 до 0,58 мм. Различия значений толщины ПМ, полученные в разных работах, можно объяснить разнородностью выборочных совокупностей: в частности, G. Teofilovski-Parapid и соавт. (2017) выполнили исследование на материале больных кардиологического профиля, причём 3 из 5 пациентов с ПМ умерли от инфаркта миокарда [14].

По результатам работы впервые описаны два варианта формирования ПМ: артериальный и артериовенозный. Наиболее часто ПМ располагались на диафрагмальной поверхности сердца в левой половине венечной борозды над артериями, сопровождавшими венечный синус. Приблизительно с одинаковой частотой эти артерии шли в ПМ отдельно от вен или проходили в толще миокардиальной «муфты» венечного синуса.

A. Ishizawa и соавт. (2014) изучили варианты положения предсердных ветвей ВА. По данным авторов, если задние предсердные ветви, бравшие начало от конечного отдела правой ВА, обычно располагались поверх венечного синуса, то для предсердных ветвей левой огибающей артерии типичным было глубокое положение: между венечным синусом и задней стенкой левого предсердия [15]. Внутриветлевое положение крупной артерии в «муфте» венечного синуса, насколько нам известно, не было описано в литературе и в настоящем исследовании выявлено впервые.

Сведения о предпочтительных местах локализации ПМ будут востребованы в качестве ориентиров для прижизненного обнаружения

этих структур с помощью лучевых методов обследования. Возможность фиксации крупной артерии к задней стенке левого предсердия и венечному синусу важно учитывать при катетеризации венечного синуса и проведении хирургических вмешательств для лечения фибрилляции предсердий. В литературе есть сведения о том, что ПМ фиксируют артерии в венечной борозде, тем самым обеспечивая непрерывность кровотока как в систолу, так и в диастолу [6]. Между тем, обнаружение ПМ над ВА методом коронароангиографии свидетельствует о том, что миокард петель может вызвать систолическое сжатие артерии и прекращение кровотока по ней.

Изучение особенностей внутрисосудистого кровотока и сравнительный анализ частоты развития ишемических расстройств по нижней стенке левого желудочка у пациентов с ПМ в левой половине венечной борозды и без них с последующей разработкой персонализированной стратегии ведения таких пациентов может стать перспективным направлением применения полученных результатов в кардиологии и кардиохирургии.

ВЫВОДЫ

1. Типичная локализация петель миокарда — левая половина венечной борозды на диафрагмальной поверхности сердца над артериями, сопровождающими венечный синус. Наличие петель миокарда ассоциировано с самостоятельным отхождением конусной артерии от аорты.

2. Выделено два варианта формирования петель миокарда: артериальный и артериовенозный. Толщина петель миокарда, охватывающих только артерию, достоверно больше, чем толщина миокарда над артерией, расположенной в «муфте» венечного синуса.

Участие авторов. Е.Г.Д. — концепция и дизайн исследования, изготовление и морфометрия препаратов, анализ результатов, написание текста; А.А.Я. — руководство работой, разработка концепции и дизайна исследования, написание текста.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов по представленной статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колбин А.С., Мосикян А.А., Татарский Б.А. Социально-экономическое бремя фибрилляции предсердий в России: динамика за 7 лет (2010–2017 годы). *Вестн. аритмол.* 2018; (92): 42–48. [Kolbin A.S., Mosikyan A.A.,

Tatarsky B.A. Socioeconomic Burden of Atrial Fibrillations in Russia: Seven-Year Trends (2010–2017). *Vestnik aritmologii.* 2018; (92): 42–48. (In Russ.) DOI: 10.25760/VA-2018-92-42-48.

2. Исаков С.В., Багдасарян А.Ю., Гордеев М.Л. Операция MAZE IV: техника исполнения модифицированного варианта. *Кардиол. и сердечно-сосудист. хир.* 2017; 10 (5): 12–15. [Isakov S.V., Bagdasaryan A.Yu., Gordeev M.L. Operatsiya MAZE IV: MAZE IV procedure: modified technique. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya.* 2017; 10 (5): 12–15. (In Russ.)] DOI: 10.17116/kardio201710512-15.

3. Ревишвили А.Ш., Сергуладзе С.Ю., Шмуль А.В., Лабарткава Е.З., Чхолария Г.Д., Матсонашвили Т.Р., Матсонашвили Г.Р. Вариантная анатомия нижних перешейков сердца. *Анн. аритмол.* 2007; 4 (3): 16–22. [Revishvili A.Sh., Serguladze S.Yu., Shmul' A.V., Labartkava E.Z., Chkholariya G.D., Matsonashvili T.R., Matsonashvili G.R. Anatomical variation of the inferior isthmus of the heart. *Annaly aritmologii.* 2007; 4 (3): 16–22. (In Russ.)]

4. Горустович О.А., Снежикский В.А., Околокулак Е.С. Миокардиальные мостики: анатомические, патофизиологические и клинические особенности. *Кардиол. в Беларуси.* 2016; 8 (1): 108–116. [Gorustovich O.A., Snezhickiy V.A., Okolokulak E.S. Myocardial bridges: anatomical, pathophysiological and clinical features. *Kardiologiya v Belarusi.* 2016; 8 (1): 108–116. (In Russ.)]

5. Hostiuc S., Rusu M.C., Hostiuc M., Negoii R.I., Negoii I. Cardiovascular consequences of myocardial bridging: A meta-analysis and meta-regression. *Sci. Rep.* 2017; 7: 14644. DOI: 10.1038/s41598-017-13958-0.

6. Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Можина А.А., Тетвадзе И.В. Миокардиальные мышечные мостики. Эмбриология, анатомия, патофизиология. *Бюлл. НИЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания.* 2010; 11 (6): 62–71. [Bokerija L.A., Bokerija O.L., Mozhina A.A., Tetvadze I.V. Myocardial bridges. Embryology, anatomy, pathophysiology. *Bjulleten' NCSSH im. A.N. Bakuleva RAMN.* 2010; 11 (6): 62–71. (In Russ.)]

7. Каган И.И., Тютюнникова Н.Н. Мышечные мостики и петли как составная часть топографии венечных артерий сердца и их ветвей. *Морфология.* 2017; 152 (4): 27–31. [Kagan I.I., Tyutyunnikova N.N. Myocardial bridges and loops as an integral part of topography of heart coronary arteries and their branches. *Morfologiya.* 2017; 152 (4): 27–31. (In Russ.)]

8. Jiang L., Zhang M., Zhang H., Shen L., Shao Q., Shen L., He B. A potential protective element of myocardial bridge against severe obstructive atherosclerosis in the whole coronary system. *BMC Cardiovasc. Dis.* 2018; 18: 105. DOI: 10.1186/s12872-018-0847-8.

9. Watanabe Y., Arakawa T., Kageyama I., Aizawa Y., Kumaki K., Miki A., Terashima T. Gross anatomical study on the human myocardial bridges with special reference to the spatial relationship among coronary arteries, cardiac veins, and autonomic nerves. *Clin. Anat.* 2016; 29 (3): 333–341. DOI: 10.1002/ca.22662.

10. Ma E.S., Ma G.L., Yu H.W., Wu W., Li K. Assessment of myocardial bridge and mural coronary artery using ECG-gated 256-slice CT angiography: a retrospective study. *Sci. World J.* 2013; 2013: 947876. DOI: 10.1155/2013/947876.

11. Tiryakioğlu M., Aliyu M.N. Myocardial bridge. *Folia Morphol.* 2020; 79 (2): 411–414. DOI: 10.5603/FM.a2019.0080.

12. Nishida N., Hata Y. A case of sudden unexpected death with the presence of multiple myocardial bridges.

Int. J. Clin. Cardiol. 2017; 4: 099. DOI: 10.23937/2378-2951/1410099.

13. Acunã L.E.B., Aristeguieta L.M.R., Tellez S.B. Morphological description and clinical implications of myocardial bridges: An anatomical study in Colombians. *Arq. Bras. Cardiol.* 2009; 92 (4): 242–248. DOI: 10.1590/S0066-782X2009000400002.

14. Teofilovski-Parapid G., Jankovic R., Kanjuh V., Virmani R., Danchinf N., Prates N., Simic D.V., Parapid B. Myocardial bridges, neither rare nor isolated — Autopsy study. *Ann. Anat.* 2017; 210: 25–31. DOI: 10.1016/j.aanat.2016.09.007.

15. Ishizawa A., Zhou M., Suzuki R., Abe H. Arterial system of the atrium in the human heart. *Anat. Sci. Int.* 2014; 89 (3): 183–190. DOI: 10.1007/s12565-013-0221-y.