

Ю. А. Цибизова<sup>1</sup>, Н. А. Трушель<sup>1</sup>, Т. В. Ильина<sup>2</sup>

## ОСОБЕННОСТИ ТОПОГРАФИИ И СТРОЕНИЯ УЧАСТКОВ ВЕНЕЧНЫХ АРТЕРИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ ПОД МЫШЕЧНЫМИ МОСТИКАМИ ПАЦИЕНТОВ С КАРДИОВАСКУЛЯРНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»,<sup>1</sup>  
Республиканский научно-практический центр «Кардиология»<sup>2</sup>

*В статье представлены данные о топографических и морфометрических особенностях миокардиальных мостиков (ММ) и участков ветвей венечных артерий, расположенных под ними, установленных методом компьютерной томографии (ретроспективно) в сердце пациентов с кардиоваскулярной патологией. Установлено, что наиболее часто (92,1 % наблюдений) ММ встречаются над передней межжелудочковой ветвью (ПМЖВ) левой венечной артерии. При этом в большинстве случаев (74,29 %) ММ располагались во втором сегменте ПМЖВ, реже (20 % случаев) – в третьем сегменте, крайне редко (5,71 %) – в первом сегменте артерии. Показаны особенности строения ММ в зависимости от типа кровоснабжения сердца. Высота ММ в сердцах с правовенечным типом кровоснабжения существенно превышает высоту ММ в сердцах со смешанным типом кровоснабжения, что косвенно указывает на большую вероятность развития кардиоваскулярной патологии в артериях под ММ в сердцах с правовенечным типом кровоснабжения. Выявлены три варианта отхождения первой перегородочной ветви от ПМЖВ: до ММ (64,29 % случаев), на уровне начала ММ (14,28 %) и от сегмента сосуда, расположенного под ММ (21,43 %). Описаны особенности хода подмостикового участка ПМЖВ артерии в миокарде межжелудочковой перегородки.*

**Ключевые слова:** сердце, миокардиальные мостики, венечные артерии, компьютерная томография, человек.

Y. A. Tsybizova, N. A. Trushel, T. V. Ilyina

## FEATURES OF THE STRUCTURE OF THE MYOCARDIAL BRIDGES AND SECTIONS OF THE BRANCHES OF THE CORONARY ARTERIES UNDER THEM IN PATIENTS WITH CARDIOVASCULAR PATHOLOGY ACCORDING TO COMPUTED TOMOGRAPHY

*The article presents data on the topographic and morphometric features of the myocardial bridges (MM) and the sections of the branches of the coronary arteries located under them, established by computed tomography (retrospectively) in the hearts of patients with cardiovascular pathology. It was found that the majority (92.1 % of cases) of MM occur over the anterior interventricular branch (LAD) of the left coronary artery. In most cases (74.29 %), MM was located in the second segment of the LAD, less often (20 % of cases) – in the third segment, extremely rarely (5.71 %) – in the first segment of the artery. The features of their structure depending on the dominance of the coronary circulation are shown. The height of MM in hearts with the right-dominant coronary circulation significantly exceeds the height of MM in hearts with the codominant coronary circulation, which indirectly indicates a greater probability of developing cardiovascular pathology in the arteries under MM in hearts with the right-dominant circulation. Three variants of the origin of the first septal branch from the LAD were identified: up to MM (64.29 % of cases), at the level of the beginning of MM (14.28 %) and from the segment of the vessel located under MM (21.43 %). The features of the passage of the segment of the LAD located under MM through the myocardium of the interventricular septum are described.*

**Key words:** human anatomy, heart, myocardial bridges, coronary arteries, computed tomography.

Известно, что сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной смертности населения Республики Беларусь и во всем мире, а также могут приводить к нетрудоспособности людей. Поэтому выявление морфологических предпосылок развития кардиоваскулярной патологии является одним из актуальных направлений современной медицины [1–4].

Известно, что самой частой аномалией хода венечных артерий является наличие ММ в сердце человека. ММ – это участок миокарда, покрывающий сегмент венечной артерии, что обуславливает расположение артерии внутри миокарда, а не на его поверхности. В данных литературы имеются противоречивые сведения о распространенности ММ. Так, по сведениям разных авторов [1, 3] частота выявления ММ варьирует от 5 до 85 % случаев. При этом частота выявления ММ зависит от метода исследования сердца пациентов (компьютерная томография (КТ), коронарная ангиография, внутрисосудистое ультразвуковое исследование, аутопсия и др.). В последние годы широкое применение получила мультиспиральная компьютерная томография и КТ с двумя рентгеновскими трубками, благодаря которым создается высокая степень визуализации и создание трехмерного изображения, что увеличивает процент выявления ММ в сердце человека. По последним данным [2, 3], обнаружение ММ по результатам современных КТ – исследований достигает 18–25 %.

Учитывая высокую распространенность ММ и частое отсутствие симптоматических проявлений, многие исследователи указывали на отсутствие прямого влияния ММ на развитие сердечной патологии [3]. Однако при обнаружении ММ с использованием количественной коронарной ангиографии, а также внутрисосудистого ультразвукового исследования было установлено, что компрессия артерий под ММ сохраняется во время диастолы и тем самым вызывает значительное ухудшение перфузии миокарда [4, 5]. Многочисленные исследования подтверждают связь ММ с такой кардиоваскулярной патологией, как стенокардия напряжения, аритмия, инфаркт миокарда и внезапная сердечная смерть [2–6]. Частое выявление ММ у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией (до 40 %) свидетельствует о роли

ММ в развитии кардиоваскулярной патологии. Показатель внезапной сердечной смерти у таких пациентов выше при наличии ММ, чем у пациентов без них [3]. У детей с ММ такие симптомы, как боль в груди, желудочковая тахикардия, а также клиническая смерть в анамнезе встречались гораздо чаще, чем у детей без них [3, 6]. По данным отдельных авторов [2, 4], после пересадки сердца с наличием ММ наблюдается усиление систолической компрессии подмостикового сегмента венечной артерии, что увеличивает процент послеоперационных осложнений.

Согласно данным литературы [2–5], чаще всего ММ встречаются над ПМЖВ левой венечной артерии [2–6]. В зависимости от толщины миокарда, расположенного над венечной артерией, А. G. Ferreira Jr (1991) в своих исследованиях выделил 2 типа ММ: поверхностный, встречающийся в 75 % случаев, и глубокий, обнаруживающийся реже (25 % случаев). Согласно данным исследователей [1–4], именно глубокие ММ приводят к нарушению кровотока, ишемии миокарда и развитию атеросклероза участков венечных артерий, расположенных проксимальнее ММ. В некоторых исследованиях [3] отмечается, что подмостиковый участок ПМЖВ, глубоко располагаясь в межжелудочковой перегородке, отклоняется в сторону правого желудочка, достигая субэпикардального слоя, а затем возвращается и выходит на поверхность миокарда в области передней межжелудочковой борозды. Такая особенность хода подмостикового участка ПМЖВ может вызывать осложнения в ходе хирургического лечения ММ (коронарное шунтирование, супракоронарная миотомия) [4].

Несмотря на большое количество работ о топографии и строении ММ в настоящее время недостаточно данных о морфометрических характеристиках ММ и особенностях строения участков ветвей венечных артерий, расположенных под ними, способствующих развитию кардиоваскулярной патологии, что и определило **цель настоящего исследования.**

### Материалы и методы

Методом КТ на двухтрубчатом 384-срезовом компьютерный томографе «Somatom Force» фирмы «Siemens» (ретроспективно, прижизненное исследование) были изучены топографи-

ческие и морфометрические показатели ММ и участков венечных артерий, расположенных под ними, в сердцах 76 людей обоего пола в возрасте от 22 до 82 лет, имеющих кардиоваскулярную патологию без гипертрофии миокарда. На основании полученных аксиальных КТ-срезов толщиной 0,5–1,0 мм построены мультипланарные и 3D реконструкции. Морфометрические измерения были выполнены с помощью программного обеспечения для обработки изображений «Syngo.via».

Высота ММ была измерена в ортогональной плоскости к центральной оси сосуда, над которым расположен ММ. В этой же плоскости устанавливалась толщина миокарда межжелудочковой перегородки, разделяющего подмостиковый участок ПМЖВ и полость правого желудочка. Длина ММ была получена в криволинейной плоскости по центральной оси сосуда с ММ.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием возможностей программы обработки электронных таблиц «Microsoft Excel 2013» и диалоговой системы «Statistika 10.0». Данные КТ-исследований предоставлены рентгеновским отделением РНПЦ «Кардиология» г. Минска. Исследование проводилось в соответствии с правилами медицинской этики и деонтологии.

### Результаты и обсуждение

В ходе исследования всех исследуемых сердец с ММ у пациентов с кардиоваскулярной патологией правосторонний тип кровоснабжения сердца встречался в 73,68 % случаев, левосторонний – в 15,79 % случаев, а смешанный тип присутствовал в наименьшем числе наблюдений (10,53 %).

При выявлении топографических особенностей ММ было установлено, что наиболее час-

то (92,1 % случаев) они встречались над ПМЖВ левой венечной артерии, значительно реже – над левой краевой ветвью (5,26 % случаев) и над первой диагональной ветвью ПМЖВ (2,63 %). При выявлении ММ над ПМЖВ левой венечной артерии учитывалась локализация ММ в зависимости от сегментов артерии: 1-й сегмент расположен от начала сосуда до отхождения первой диагональной ветви, 2-й сегмент – после отхождения первой диагональной ветви до второй диагональной ветви (в случае ее наличия), 3-й сегмент был представлен участком ПМЖВ, расположенным после отхождения второй диагональной ветви до третьей (при ее наличии) или до конца артерии. В результате исследования установлено, что наиболее частой локализацией ММ являлся 2-й сегмент ПМЖВ (74,29 % наблюдения), реже ММ выявлялись в 3-м сегменте (20 %) и крайне редко – в 1-м сегменте ПМЖВ (5,71 %).

В результате исследования были получены данные о высоте и длине ММ в сердцах пациентов с разным типом кровоснабжения (таблица 1).

В результате статистического анализа полученных данных выявлена существенная разница между медианными значениями высоты ММ в сердцах пациентов с разным типом кровоснабжения (критерий Краскела-Уоллиса,  $p \leq 0,05$ ). Так, высота ММ в сердцах с правовенечным типом кровоснабжения существенно превышает высоту ММ, расположенных в сердцах со смешанным типом кровоснабжения ( $p = 0,011$ ), что косвенно указывает на большую вероятность развития патологических процессов (стеноз подмостикового сегмента, атеросклеротические изменения стенки сосуда) в сердцах с правовенечным типом кровоснабжения [2, 5].

Таблица 1. Показатели высоты и длины ММ (мм) в сердцах с разным типом кровоснабжения

Тип кровоснабжения сердца	Ме	Нижняя квартиль (25 %)	Верхняя квартиль (75 %)	Минимум	Максимум	Квартильный размах
Высота ММ						
Правовенечный тип	2,6	2,0	3,7	1,2	6,8	1,7
Левовенечный тип	2,25	1,4	2,8	1,2	8,7	1,4
Смешанный тип	1,45	0,97	1,85	0,63	2,1	0,88
Длина ММ						
Правовенечный тип	20,1	15,25	25,4	10	40	10,15
Левовенечный тип	17,0	12,5	21,2	11,7	42,8	8,7
Смешанный тип	12,65	12,4	22,0	12,4	31,1	9,6

В ходе исследования была установлена прямая корреляционная связь средней силы между длиной ММ и его высотой (коэффициент корреляции Спирмена  $r = 0,547$  при  $p \leq 0,05$ ), т. е. показатели длины и высоты ММ прямо пропорциональны, и при увеличении длины ММ – увеличивается его высота.

В результате исследования подмостикового участка ПМЖВ левой венечной артерии установлено, что в 8,33 % наблюдений подмостиковый участок, проходя в толще межжелудочковой перегородки, отклонялся в сторону правого желудочка и располагался на границе с его полостью (рисунок 1). В 19,4 % случаев интрамиокардиальный участок ПМЖВ отклонялся в сторону правого желудочка, проходя на расстоянии от его полости  $\leq 1$  мм (рисунок 2). В норме толщина межжелудочковой перегородки составляет 7–16 мм, а ПМЖВ, проходя интрамиокардиально, в большинстве случаев располагается в средней части перегородки. В случае значительного отклонения подмостикового участка ПМЖВ в сторону правого желудочка велика вероятность возникновения осложнений в ходе хирургического лечения ММ.

В результате статистического анализа установлено, что вероятность отклонения интрамиокардиального участка ПМЖВ в сторону правого желудочка зависит от сегмента сосуда, где расположен ММ. Наибольшая вероятность отклонения

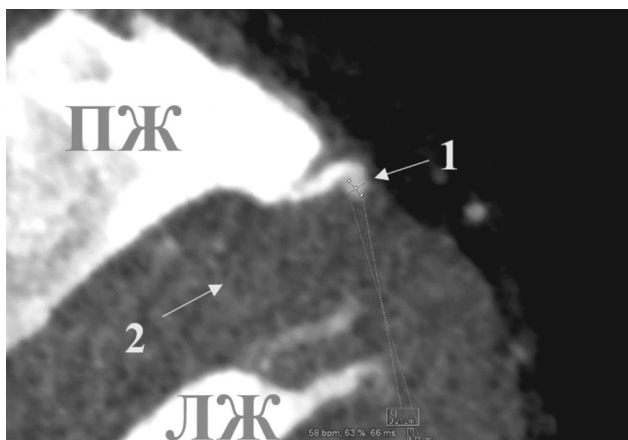


Рисунок 1. Подмостиковый участок ПМЖВ левой венечной артерии, расположенный на границе с полостью правого желудочка сердца (горизонтальная плоскость, вид снизу): 1 – подмостиковый участок ПМЖВ, 2 – межжелудочковая перегородка, ПЖ – полость правого желудочка; ЛЖ – полость левого желудочка. Изображение получено методом КТ у взрослого человека

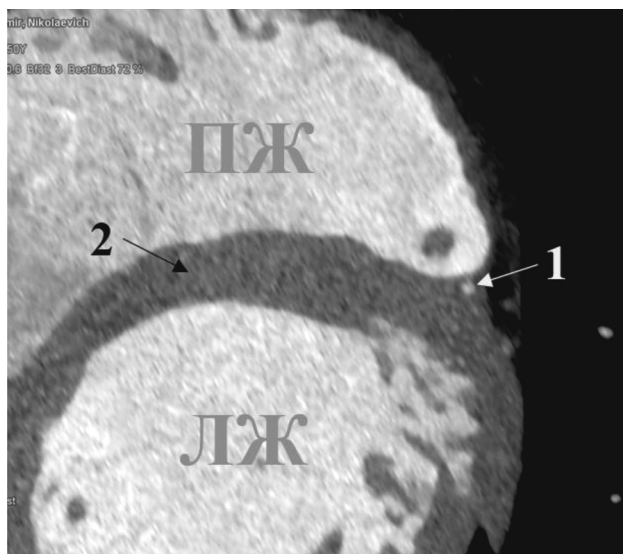


Рисунок 2. Подмостиковый участок ПМЖВ левой венечной артерии, расположенный на расстоянии 1 мм от полости правого желудочка (горизонтальная плоскость, вид снизу): 1 – подмостиковый участок ПМЖВ, 2 – межжелудочковая перегородка, ПЖ – полость правого желудочка, ЛЖ – полость левого желудочка. Изображение получено методом КТ у взрослого человека

артерии существует под ММ, расположенными над вторым сегментом ПМЖВ (коэффициент корреляции Спирмена  $r = 0,43$  при  $p \leq 0,05$ ).

Кроме того, нами было установлено, что отклонение ПМЖВ внутри миокарда зависит от высоты ММ: чем выше ММ, тем больше вероятность отклонения сосуда в сторону правого желудочка (коэффициент корреляции Спирмена  $r = 0,36$  при  $p \leq 0,05$ ).

Таким образом, увеличение высоты ММ и его локализация (2-й сегмент ПМЖВ) увеличивают вероятность отклонения подмостикового участка ПМЖВ в сторону правого желудочка.

Перегородочные ветви, начинающиеся от ПМЖВ, могут по-разному располагаться по отношению к ММ. Наибольшее значение имеет расположение первой перегородочной ветви, так как она кровоснабжает значительную часть миокарда межжелудочковой перегородки, элементы проводящей системы сердца, а также структуры правого желудочка. В нашем исследовании были выявлены разные варианты ее отхождения от ПМЖВ. Наиболее часто (64,29 %) первая перегородочная ветвь начиналась от ПМЖВ проксимальнее ММ (рисунок 3), реже (21,43 %) артерия отходила от подмостикового участка ПМЖВ (рисунок 4)

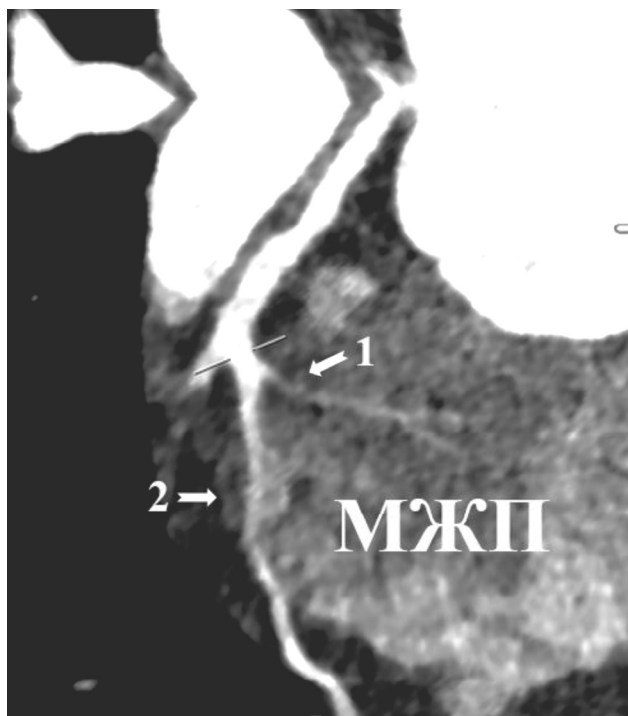


Рисунок 3. Отхождение первой перегородочной ветви от ПМЖВ до начала ММ: 1 – первая перегородочная ветвь, 2 – ММ над ПМЖВ, МЖП – межжелудочковая перегородка. Изображение получено методом КТ у взрослого человека

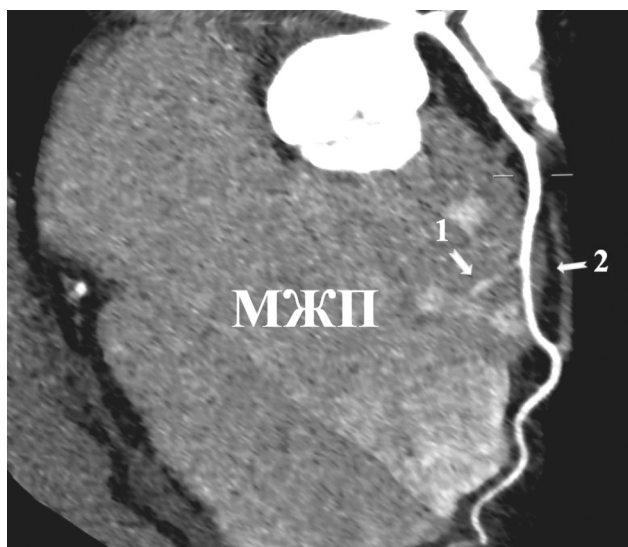


Рисунок 4. Отхождение первой перегородочной ветви от подмостикового участка ПМЖВ: 1 – первая перегородочная ветвь, 2 – ММ над ПМЖВ, МЖП – межжелудочковая перегородка. Изображение получено методом КТ у взрослого человека

и в 14,28 % случаев – начиналась от ПМЖВ на уровне начала ММ (рисунок 5). Общее количество перегородочных ветвей, начинающихся от подмостикового сегмента ПМЖВ, варьировало от 1 до 5.

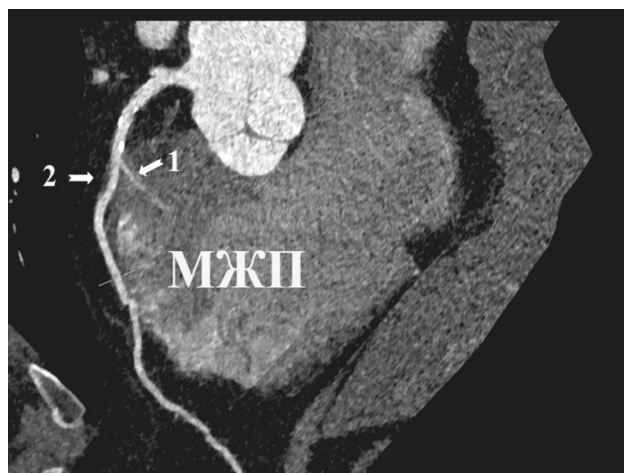


Рисунок 5. Отхождение первой перегородочной ветви от ПМЖВ на уровне начала ММ: 1 – первая перегородочная ветвь, 2 – ММ над ПМЖВ, МЖП – межжелудочковая перегородка. Изображение получено методом КТ у взрослого человека

Таким образом, в результате исследования установлены топографические и морфометрические особенности миокардиальных мостиков и подмостиковых участков ПМЖВ левой венечной артерии, которые могут предрасполагать к развитию кардиоваскулярной патологии.

#### Выводы

1. У пациентов с кардиоваскулярной патологией наиболее часто (92,1 % случаев) миокардиальные мостики выявлялись над ПМЖВ левой венечной артерии. В большинстве случаев (74,29 %) они располагались во втором сегменте ПМЖВ, реже (20 % случаев) – в третьем сегменте, крайне редко (5,71 %) – в первом сегменте артерии.

2. Высота миокардиальных мостиков в сердцах пациентов с правовенечным типом кровоснабжения существенно превышает высоту мостиков в сердцах со смешанным типом кровоснабжения (критерий Краскела-Уоллиса,  $p = 0,011$ ), что указывает на большую вероятность развития кардиоваскулярной патологии в артериях под ММ в сердцах с правовенечным типом кровоснабжения.

3. Отклонение подмостикового участка ПМЖВ в сторону правого желудочка зависит от расположения миокардиального мостика (наибольшая вероятность отклонения сосуда во втором сегменте ПМЖВ, коэффициент корреляции Спирмена  $r = 0,43$ ), а также от значения высоты мостика (при увеличении высоты мостика ве-

роятность отклонения подмостикового участка сосуда больше, коэффициент корреляции Спирмена  $r = 0,36$ ).

4. У пациентов с кардиоваскулярной патологией выявлены три варианта отхождения первой перегородочной ветви от ПМЖВ левой венечной артерии: до ММ (64,29 % случаев), на уровне начала ММ (14,28 %) и от участка сосуда, расположенного под ММ (21,43 %).

### Литература

1. Ташник, М. В. Вариабельность интрамурального расположения венечных артерий / М. В. Ташник // Клінічна анатомія та оперативна хірургія. – 2009. – Т. 8, № 2. – С. 29–35.
2. Bourassa, M. Symptomatic Myocardial Bridges: Overview of Ischemic Mechanisms and Current Diagnostic and Treatment Strategies / M. Bourassa, A. Butnaru, J. Lespérance // Journal of the American College of Cardiology. – 2003. – Vol. 41, № 3. – P. 351–359.
3. Corban, M. Myocardial Bridging. Contemporary understanding of pathophysiology with implications for diagnostic and therapeutic strategies / M. Corban, O. Hung, P. Eshtehardi // Journal of the American College of Cardiology. – 2014. – Vol. 63, № 22. – P. 2346–2355.
4. Lee, M. Myocardial Bridging: An Up-to-Date Review / M. Lee, C. Chen // J Invasive Cardiol. – 2015. – Vol. 27, № 11. – P. 521–528.
5. Möhlenkamp, S. Update on Myocardial Bridging / S. Möhlenkamp, W. Hort // Circulation. – 2002. – Vol. 106. – P. 2616–2622.

6. Rajendran, R. The prevalence of myocardial bridging on multidetector computed tomography and its relation to coronary plaques / R. Rajendran, M. Hegde // Polish Journal of Radiology. – 2019. – Vol. 84. – P. e478–e483.

### References

1. Tashnik, M. V. Variability of the intramural location of the coronary artery / M. V. Tashnik // Klinichna anatomija ta operativna hirurgija. – 2009. – Vol. 8, № 2. – P. 29–35.
2. Bourassa, M. Symptomatic Myocardial Bridges: Overview of Ischemic Mechanisms and Current Diagnostic and Treatment Strategies / M. Bourassa, A. Butnaru, J. Lespérance // Journal of the American College of Cardiology. – 2003. – Vol. 41, № 3. – P. 351–359.
3. Corban, M. Myocardial Bridging. Contemporary understanding of pathophysiology with implications for diagnostic and therapeutic strategies / M. Corban, O. Hung, P. Eshtehardi // Journal of the American College of Cardiology. – 2014. – Vol. 63, № 22. – P. 2346–2355.
4. Lee, M. Myocardial Bridging: An Up-to-Date Review / M. Lee, C. Chen // J Invasive Cardiol. – 2015. – Vol. 27, № 11. – P. 521–528.
5. Möhlenkamp, S. Update on Myocardial Bridging / S. Möhlenkamp, W. Hort // Circulation. – 2002. – Vol. 106. – P. 2616–2622.
6. Rajendran, R. The prevalence of myocardial bridging on multidetector computed tomography and its relation to coronary plaques / R. Rajendran, M. Hegde // Polish Journal of Radiology. – 2019. – Vol. 84. – P. e478–e483.

Поступила 21.09.2021 г.