

© Ташник М.В.

УДК 611.132.2

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ИНТРАМУРАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ВЕНЕЧНЫХ АРТЕРИЙ

М.В.Ташник

Государственный университет медицины и фармации им. Н.Тестемицану (Молдова)

ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ ІНТРАМУРАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ВІНЦЕВИХ АРТЕРІЙ

Резюме. На підставі аналізу м'язово-судинних взаємовідношень установлені 3 варіанти інтрамурального ходу гілок вінцевих артерій: м'язові містки, неповні м'язові містки та міокардіальні тунелі. Наведені деякі морфологічні особливості м'язових містків, які можуть сприяти ішемічним змінам у серцевому м'язі.

Ключові слова: вінцеві артерії, м'язові містки, неповні м'язові містки, міокардіальні тунелі.

Венечные артерии (ВА) в некоторых местах находятся под слоем миокарда, который называют "мышечным мостиком" (ММ). Впервые эти структуры были упомянуты Reuman в 1737 году [1]. Детальное морфологическое их описание появилось в 1920 году [2]. Интрамуральный ход ВА и их ветвей некоторыми авторами [2-4] рассматривается как анатомический вариант, другими [5-7] – как аномалия, вызывающая коронарную недостаточность и скоропостижную смерть.

Частота морфопатологического выявления ММ варьирует в пределах 5-86 % [8, 9], а при коронарографическом исследовании их обнаруживают лишь в 0,5-33 % случаев [5]. Частота выявления ММ меняется в зависимости от пола и типа телосложения (Т.Stefanet, 2003) и находится в прямой зависимости от выбранного для изучения контингента обследуемых [2].

Цель исследования. Изучить макромикроскопические варианты интрамурального хода крупных ветвей ВА и некоторые аспекты влияния вызванных ими нарушений кровотока на сокращающееся сердце.

Материал и методы. Методом тонкого анатомического препарирования, инъекции ВА и коррозии исследованы 70 фиксиро-

ванных препаратов сердца взрослых людей и детей. Инъекцию ВА проводили смесью туши с желатином. На микроскопическом уровне изучены поперечные срезы через мышечно-сосудистый комплекс (10 препаратов), окрашенные гематоксилином и эозином, пикрофуксином по ван Гизону. Проанализированы 200 коронарограмм пациентов с так называемыми "чистыми" сосудами (без врожденных или приобретенных сердечных дефектов).

Результаты исследования и их обсуждение. Интрамуральный ход ВА и их ветвей подразумевает "углубление" определенного сегмента сосуда в миокард с или без последующего его возврата под эпикард. При этом можно выделить подэпикардиальные и интрамуральные участки артерии. Исходя из мышечно-сосудистого соотношения, нами выявлены 3 варианта взаимоотношений миокарда и интрамурального хода ветвей ВА: ММ, неполные ММ (НММ) и миокардиальные тоннели (МТ).

ММ представлены пучками мышечных волокон различной толщины, покрывающих определенные участки артерий сердца (рис. 1). Под НММ подразумевают каналобразный участок миокарда, охватываю-

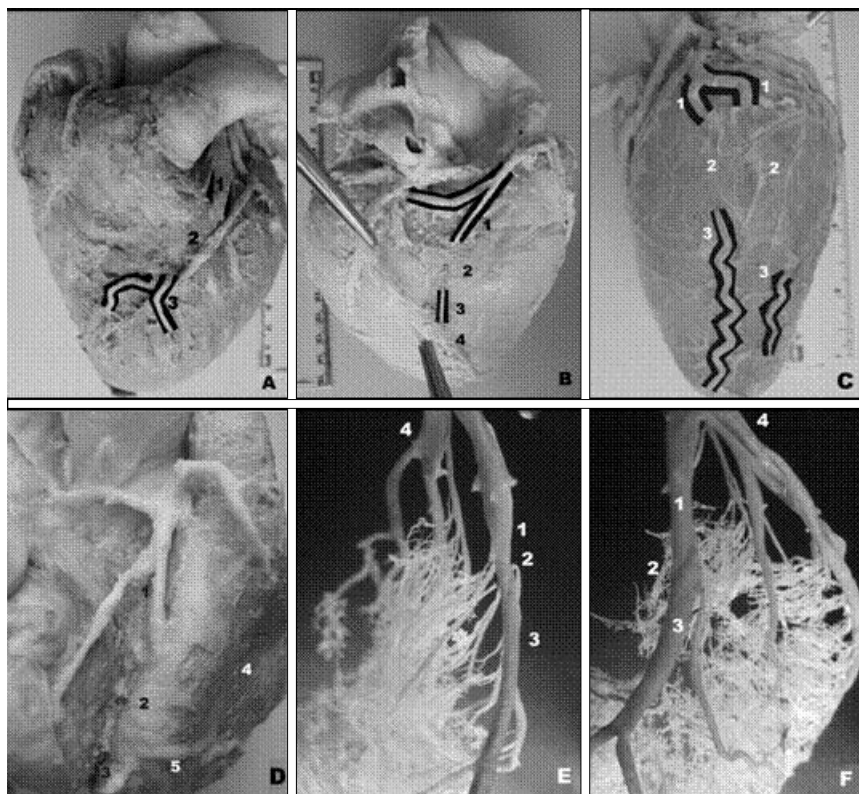


Рис. 1. Топографія та морфологія м'язових мостиків (ММ) серця. Макропрепарати. ММ, покриваючі *r. interventricularis anterior* (А), *r. interventricularis posterior* (В), *rr. marginale* (С), *a. coronaria dextra* (D): 1 – передмостиковий сегмент сосуда; 2 – м'язовий мостик; 3 – післямостиковий сегмент сосуда; 4 – правий желудочок; 5 – діагональна гілка. Е – подмостикове звуження *r. interventricularis anterior* (корозійний препарат, вид збоку). F – подмостикове звуження і спіралевидна деформація *r. interventricularis anterior* (корозійний препарат, вид спереди): 1 – артеріальний передмостиковий конус; 2 – судинна деформація в подмостиковому сегменті сосуда; 3 – післямостиковий сегмент сосуда; 4 – *r. circumflexus sinister*.

ший судин з трьох сторін (рис. 2, А). МТ передполагають входження великих гілок ВА в міокард без наступного їх виходу під епікард (рис. 2 – В,С). Дані структури виявлені відповідно в 62 %, 34 % і 28 % випадків. Встановлено як ізолювані, так і асоційовані варіанти інтрамурального ходу великих гілок ВА. ММ виявлені на 62 % препаратів серця, з загальним їх кількістю – 73. Найбільше число ММ, виявлених на одному анатомічному препараті, склало 7. В випадку наявності ММ спостерігався сегмент сосуда, розташований до ММ, інтрамуральний ділянку і сегмент, розташований після

ММ (рис. 1, А). Ширина ММ коливається в середньому від 15 до 30 мм. В окремих випадках його ширина досягала 65-69 мм. Найбільше часто ММ виявлені по ходу передньої міжшлуночкової гілки (ПМГ) лівої ВА, на межі між верхньої і середньої третью судини (рис. 1, А). Виявлені випадки, коли від відповідного інтрамурального ділянки ПМГ відходили діагональні гілки (1-2), пробігаючі ММ і виходячі під епікард. При цьому судин продовжує свій інтрамуральний шлях, повертаючись під епікард. На таких препаратах ММ "товсті" (до 10 мм) і досягають ширини до 65-69 мм. Друге місце за локалізацією ММ займає перша крайова гілка лівого шлуночка (рис. 1, С). Дане розташування ММ в 25 %

випадків асоціюється з відповідними м'язовими структурами, розташованими по ходу ПМГ. З загального числа ММ в 30 випадках виявлені саме над вказаним судином (39 %). ММ виявлені практично на всіх ділянках крайової гілки, при цьому виявлені випадки, коли дані структури, почавшись в проксимальній треті артерії, продовжились в цілості до дистальної її треті, а з-під ММ виходила тільки тонка гілка, віддаюча 2-3 кінцеві гілки. Окремі випадки наявності ММ виявлені в дистальній треті правої ВА, середньої і нижньої треті задньої міжшлуночкової гілки, а також по ходу

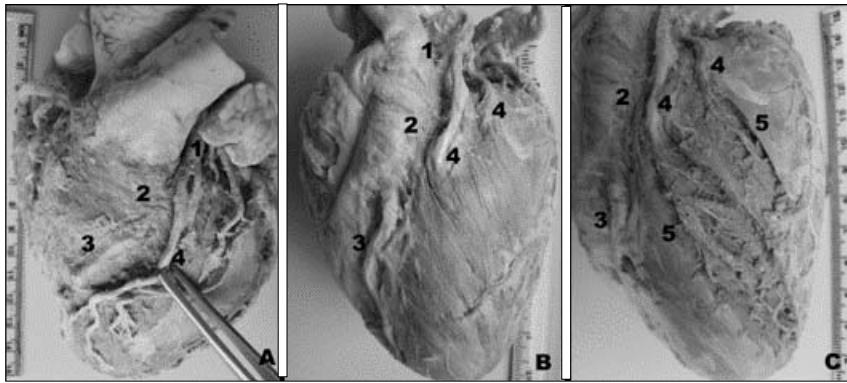


Рис. 2. Неполный мышечный мостик, покрывающий *r. interventricularis anterior* (А). Мышечные тоннели, покрывающие *r. diagonalis ventriculi sinister* (В, С). Макропрепараты сердца: 1 – предмостиковый сегмент сосуда; 2 – мышечный мостик; 3 – постемостиковый сегмент сосуда; 4 – предтоннельный сегмент сосуда; 5 – интрамуральный участок сосуда.

передних ветвей правого желудочка (рис. 1 – В, D).

НММ выявлены нами на 24 (34 %) препаратах сердца из 70 с их максимальным числом на одном препарате равным 5. Чаще всего ширина НММ колебалась от 20 до 30 мм; выявлены единичные НММ шириной до 70 мм. В зависимости от степени "погружения" сосуда в миокард НММ можно подразделить на частично или полностью "погруженные" (поверхностные или глубокие). Наиболее часто НММ обнаружены по ходу ПМВ, краевой ветви левого желудочка (проксимальнее ММ), на передних и краевых артериях правого желудочка. В большинстве случаев НММ представлены структурами, предшествующими или следующими за ММ, что обусловлено постепенным вхождением предмостикового сосудистого сегмента в миокард или после определенного участка, расположенного под ММ, постепенным выходом из мышцы сердца под эпикард (рис. 2, А). В единичных случаях НММ представлены самостоятельными морфологическими единицами.

Из всех вариантов интрамурального расположения артериальных сосудов МТ представляют наибольший интерес, исходя из калибра и большой поверхности сосуда, подвергнутой возможной систолической компрессии. МТ выявлены в 20 (28 %) слу-

чаях (рис. 2 – В, С). Войдя в тоннель, сосуд может образовать изгибы, а глубина, на которой находится интрамуральный участок артерии, может достигать 7-10 мм (на уровне перегородки), что может оказывать определенное влияние на коронарное кровообращение. По локализации наибольшее количество МТ обнаружено на задней поверхности сердца, по ходу задней межжелудочковой ветви правой ВА или краевой

ветви правого желудочка, реже – на сосудах передней стенки правого желудочка.

Верхняя внутривперегородочная ветвь отходит от верхней трети ПМВ, входит в миокард на уровне отхождения легочного ствола и, принимая косое направление, проникает в межжелудочковую перегородку, где характеризуется выраженным полиморфизмом и большим количеством отходящих ветвей разного калибра (рис. 3 – А, В). В случае диффузного типа ветвления конечные ветви верхней внутривперегородочной ветви обретают кистеобразный вид, что хорошо прослеживается на коронарограммах, а при магистральном ветвлении они проникают глубоко в межжелудочковую перегородку в апикальном, аортальном или заднестеночном направлении. Несмотря на то, что от ПМВ на различных уровнях могут отходить до 10 перегородочных ветвей, верхняя внутривперегородочная ветвь преобладает как в размерах, так и по числу конечных ветвей. Лишь в нескольких случаях все перегородочные ветви имели одинаковые размеры и степень их рамификации.

Довольно часто отдельные сегменты ПМВ покрыты ММ. Установлено, что *ramus intraseptalis superior* никогда не отходит от участка сосуда, находящегося под ММ, что, по нашему мнению, может компен-

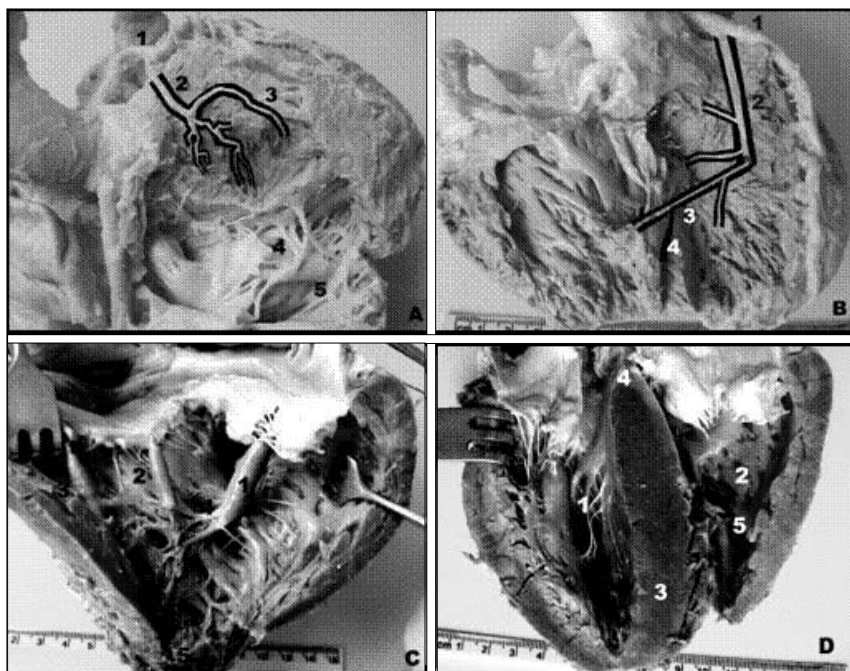


Рис. 3. Топографія і зони кровоснабження *ramus intraseptalis superior*. Макропрепарати серця: А – морфологія *r. intraseptalis superior*. В – участь *r. intraseptalis superior* в ірригації *m. papillaris anterior* правого желудочка: 1 – *r. interventricularis anterior*; 2 – *r. intraseptalis superior*; 3 – сосочкова ветвь; 4 – *trabecula septomarginalis*; 5 – *m. papillaris anterior*. С – зони ірригації *r. intraseptalis superior* (полость правого желудочка): 1 – *m. papillaris anterior*; 2 – *m. papillaris septalis*; 3 – *m. papillaris posterior*; 4 – *trabecula septomarginalis*. D – зони ірригації *a. coronaria sinistra* (продольний розрез серця): 1 – *ventriculus sinister*; 2 – *ventriculus dexter*; 3 – участок межжелудочковой перегородки, кровоснабжаемый ветвями *a. coronaria sinistra*; 4 – участок межжелудочковой перегородки, кровоснабжаемый ветвями *a. coronaria dextra*; 5 – *m. papillaris anterior*.

сировать кровоснабжение участков миокарда, питающихся от сегмента артерии, подверженного систолическому сужению ММ.

Тонкая анатомическая препаровка и результаты инъекции ВА показали, что в случае большого диаметра верхней внутривперегородочной ветви с магистральным типом ветвления одна из её ветвей, с внешним диаметром около 1 мм, проходящая через *trabecula septomarginalis* (через которую проходит правая ножка пучка His-Kent), входит в основание передней сосочковой мышцы правого желудочка, частично (вместе с конечными ветвями правой ВА) или полностью её кровоснабжая. Помимо передней сосочковой мышцы правого желудочка данные ветви питают как саму *trabecula septomarginalis* с находящейся в ней

правой ножкой пучка His-Kent, так и миокард апикальной части правого желудочка (рис. 3 – С, D). Эти особенности нужно учитывать в случае стеноза ПМВ проксимальнее отхождения *ramus intraseptalis superior* или атеросклероза левой ВА. В данном случае, по нашему мнению, имеются предпосылки для возникновения ишемии передней сосочковой мышцы правого желудочка с последующим микрофокальным склерозом. Ишемические изменения могут затрагивать и миокард *trabecula septomarginalis* с вовлечением в патологический процесс правой ножки пучка His-Kent.

Участие *ramus intraseptalis superior* в кровоснабжении передней сосочковой мышцы и других перечисленных структур правого желудочка непосредственно и выявлено на анатомических препаратах лишь в 10 случаях (рис. 3 – С, D). Чаще всего эти структуры питаются полностью или частично другими перегородочными ветвями, отходящими от средней или нижней трети ПМВ, при этом возможна ишемия миокарда, вызванная ММ, покрывающим участок сосуда, от которого отходят перегородочные ветви или участок сосуда проксимальнее места их отхождения. При изучении коронарограмм участие *ramus intraseptalis superior* в кровоснабжении передней сосочковой мышцы правого желудочка выявлено лишь в 30 случаях.

Хотя все перегородочные ветви находятся в МТ, в большинстве случаев они не подвержены систолической компрессии. Выявлено 10 случаев, когда *ramus intrasep-*

talis superior подвергалась сужению во время сердечной систолы в средней или дистальной трети. Степень систолического сужения главного ствола сосуда доходит до 40-50 %, а в случае конечных ветвей – до 70-80 %. Систолическое сужение конечных ветвей *ramus intraseptalis superior* или остальных перегородочных артерий предполагает не только уменьшение диаметра сосуда, но и его укорочение в дистально-проксимальном направлении с ретроградным током крови. Данные особенности указывают на особую роль этой ветви в кровоснабжении сократительных и проводящих структур правого желудочка. Эти данные подтверждают существование "атипичных" (компрессионных) МТ и способность ММ, находящихся над ПМВ, влиять на васкуляризацию передней сосочковой мышцы правого желудочка и проводящей системы сердца.

Установлены некоторые морфологические особенности в строении ММ, которые могут вызвать ишемические изменения в сердечной мышце: на интрамуральном отрезке ММ выявлены деформация и сужение сосуда, а в предмостиковом сегменте – атеросклеротические бляшки (рис. 4 – А, В). Хотя большинство ветвей ВА имеют интрамуральный ход, они, как правило, не деформированы и не сужены, в отличие от участков сосудов, находящихся под ММ. Часто данный феномен выявляется в случаях ММ, находящихся на границе верхней и средней трети ПМВ. На поперечном сечении данные сегменты сосудов имели звездчатый, неправильный контур или форму песочных часов. На всем протяжении данного участка сосуда, в

зависимости от глубины расположения и соотношения между мышечным и соединительнотканым компонентами ММ, степень сужения и деформации сосуда варьируют. На коррозионных препаратах подмостиковый сосуд спиралевидно деформирован (рис. 1 – Е, F). Данный факт предполагает спиралевидную ориентацию периваскулярных мышечных волокон, что может вызвать не только систолическое сужение, но и укорочение сосуда. Когда ММ расположены на границе верхней и средней трети ПМВ, сосуд резко входит под ММ, уменьшаясь при этом в диаметре; на коррозионных препаратах данный участок сосуда обретает конусовидную форму. Перечисленные изменения диаметра и длины сосуда, по нашему мнению, могут вызвать турбулентность тока крови в предмостиковом участке сосуда. Эти морфологические особенности в сочетании с атеросклерозом ВА и тахикардией

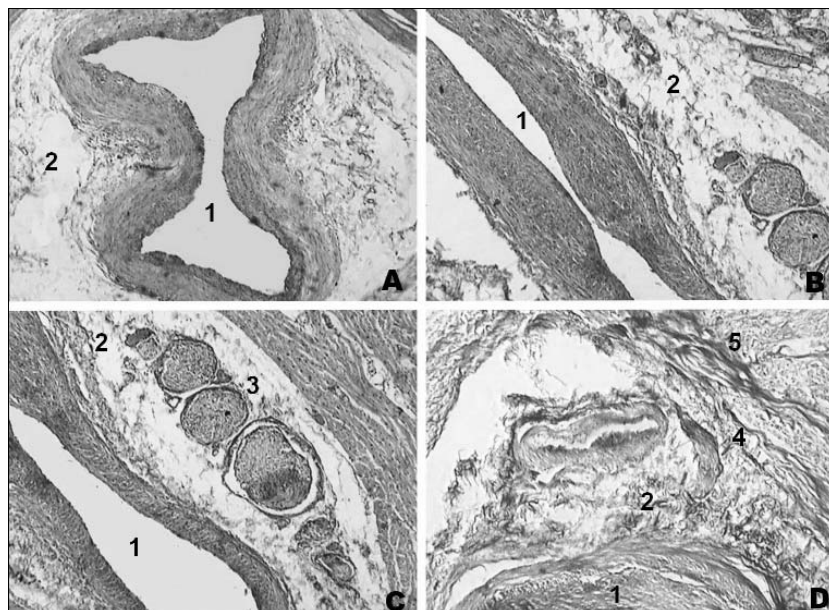


Рис. 4. Мышечно-сосудистый комплекс на уровне мышечных мостиков (ММ). А, В – подмостиковая деформация *r. interventricularis anterior*; С – нервные стволы, сопровождающие сосуд под ММ; D – густая периваскулярная сеть коллагеновых волокон и их концентрическое расположение на границе миокард – периваскулярное пространство. Микропрепараты. Окраска по методу ван Гизон. Ув. 120 \times : 1 – подмостиковый сосудистый сегмент; 2 – периваскулярное пространство с густой сетью хаотично расположенных коллагеновых волокон; 3 – нервные стволы; 4 – концентрическое расположение коллагеновых волокон на границе периваскулярного пространства; 5 – концентрическое расположение коллагеновых волокон в толще миокарда.

увеличивают вероятность коронарной недостаточности.

Особенности топографии нервно-сосудистых и соединительнотканых структур подмостикового периваскулярного пространства имеют практическое значение, поскольку одним из методов лечения симптоматических ММ является надсосудистая миотомия. Большое количество крупных нервных стволиков, сопровождающих ПМВ, должно настораживать хирурга при выборе данной тактики лечения. Более того, систолическое давление на эти крупные нервные структуры может оказывать определенное влияние на иннервацию соответствующих участков миокарда (рис. 4, С). Считаем, что среди физиологических факторов, оказывающих сопротивление систолической компрессии на этом уровне, являются: хорошо выраженная периваскулярная соединительная ткань, утолщение адвентиции, а также циркулярное, поперечно сосуду, расположение изолированных коллагеновых волокон (рис. 4, D).

Коронарографическое изучение влияния данных мышечных структур на коронарную гемодинамику, основанное на эффекте выдавливания крови из интрамурального сегмента сосуда во время систолы сердца, наиболее явно наблюдалось нами в случаях с ММ. Результатами исследования подтверждён факт, что не все случаи интрамурального хода крупных ветвей ВА выявляются ангиографически, а взаимоотношение ММ, обнаруженных путем тонкой анатомической препаровки, по отношению к тем, которые были установлены на коронарограммах (в покое), составляет примерно 50 % : 2 % (последняя цифра при физической нагрузке может достигнуть 40 %). По

нашему мнению, выраженность интрамурального хода крупных ветвей ВА зависит от ряда особенностей: толщины, строения и сократительной способности надсосудистого слоя миокарда, а также от его потенциальных возможностей противодействовать артериальному давлению в ВА.

Выводы. 1. Существуют 3 варианта взаимоотношений миокард – интрамуральный ход крупных ветвей венечных артерий (ВА): 1) мышечные мостики (ММ); 2) неполные мышечные мостики (НММ); 3) миокардиальные тоннели (МТ). 2. ММ чаще располагаются по ходу передней межжелудочковой ветви (ПМВ) левой ВА (39 %), первой краевой ветви левого желудочка (18 %), передних ветвей правого желудочка (12 %), задней межжелудочковой ветви правой ВА (9 %), в единичных случаях – в дистальной трети правой ВА (1,5 %), а также в средней и нижней третях данного сосуда. 3. НММ обнаруживаются на передних и краевых артериях правого желудочка (37 %) по ходу ПМВ (25 %) и краевой ветви левого желудочка (12 %); МТ встречаются в 28 % случаев. 4. Среди физиологических факторов, оказывающих сопротивление систолической компрессии на уровне мышечных структур сердца, можно считать хорошо выраженную периваскулярную соединительную ткань, утолщение адвентиции, а также циркулярное расположение изолированных коллагеновых волокон, препятствующих деформированию и сужению интрамурального участка сосуда. 5. Коронарографически подтверждено, что не все случаи интрамурального хода крупных ветвей ВА выявляются ангиографически, а соотношение ММ, обнаруженных анатомическим методом и на коронарограммах, составляет 50 % : 2 %.

Литература

1. *The Angiographic Aspects of Myocardial Bridges in Turkish Patients who have Undergone Coronary Angiography* / M.Ayfer, S.Alper, A.Resat [et al.] // *Ann. Acad. Med. Singapore*. – 2008. – Vol. 37. – P. 49-53.
2. *Angiographic prevalence of myocardial bridging in a defined very large number of Chinese patients with chest pain* / Li Jian-jun, Shang Zheng-lu, Yao Min [et al.] // *Chinese Medical J.* – 2008. – Vol. 121, № 5. – P. 405-408.
3. *Myocardial bridging* / J.R.Algeria, J.Hermann, D.R.Holmes [et al.] // *European Heart J.* – 2005. – Vol. 26. – P. 1159-1168.
4. *Myocardial Infarction in a Young African-American Male due to Myocardial Bridging* /

S.Balamuthusamy, S.Kosla, D.Benatar [et al.] // *Cardiology*. – 2006. – Vol. 105, № 3. – P. 165-167. 5. Off-Pump Supraarterial Decompression, Myotomy for Myocardial Bridging / M.M.Baryalei, Theodorus Tirilomis, Wolfgang Buhre [et al.] // *The Heart Surgery Forum*. – 2005. – Vol. 8, № 2. – P. 49-54. 6. Puente miocárdicas. Papel de la microcirculación, reserva coronaria y dano endotelial sistólico / M.R.Peralta, J.K.Alfaro, A.Gomez [et al.] // *Arch. First. Cardiol. Mes.* – 1998. – Vol. 68. – P. 506-514. 7. Acute myocardial infarction in a young woman with normal coronary arteries and myocardial bridging / A.R.Zeina, A.Shefer, N.D.Sharif, E.Barmeir // *The British J. of Radiology*. – 2008. – Vol. 81. – P. 141-144. 8. Lima V.J. Myocardial Bridges and their Relationship to Anterior Interventricular Branch of the Left Coronary Artery / V.J.Lima, J.S.Cavalcanti, T.Tashiro // *Arq. Bras. Cardiol.* – 2002. – Vol. 79, № 3. – P. 219-222. 9. The co-existence of an aberrant origin of the right subclavian artery and a coronary myocardial bridge / Eisuke Sakuma, Hiroyuki Kato, Nobuhiko Honda [et al.] // *Folia Morphol.* – 2005. – № 2. – P. 109-114.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ИНТРАМУРАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ВЕНЕЧНЫХ АРТЕРИЙ

Резюме. Исходя из мышечно-сосудистых взаимоотношений, установлены 3 варианта интрамурального хода ветвей венечных артерий: мышечные мостики, неполные мышечные мостики и миокардиальные тоннели. Приведены некоторые морфологические особенности мышечных мостиков, которые могут способствовать ишемическим изменениям в сердечной мышце.

Ключевые слова: венечные артерии, мышечные мостики, неполные мышечные мостики, миокардиальные тоннели.

VARIABILITY OF THE INTRAMURAL ARRANGEMENT OF HEART CORONARY ARTERIES

Abstract. Proceeding from musculo-vascular interrelations, 3 variants of the intramural passage of the branches of the coronary arteries have been established: muscular ponticuli, incomplete muscular ponticuli and myocardial tunnels. The authors have adduced some morphological peculiarities of the muscular ponticuli that may be conducive to ischemic changes in the cardiac muscle.

Key words: coronary arteries, muscular ponticuli, incomplete muscular ponticuli, myocardial tunnels.

N.Testemitsanu State University of Medicine and Pharmacy (Moldova)

Надійшла 12.03.2009 р.
Рецензент – проф. В.К.Ташук (Чернівці)

© Ташник М.В.