

Ю. А. Медушевская

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
УЧАСТКОВ ВЕНЕЧНЫХ АРТЕРИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ ПОД
МЫШЕЧНЫМИ МОСТИКАМИ**

*Научные руководители: д-р мед. наук, доц. Н. А. Трушель,
канд. физ.-мат. наук, доц. В. А. Мансуров*

Кафедра нормальной анатомии

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

***Резюме.** В работе представлены морфологические и морфометрические особенности участков венечных артерий, расположенных под мышечными мостиками. Проведено математическое моделирование кровотока с помощью геометрической модели, соответствующей по строению исследованным участкам венечных артерий. Установлены особенности кровотока в модели, которые могут способствовать искривлению артерии и изменению толщины ее стенки.*

***Ключевые слова:** мышечные мостики, венечные артерии, морфология, гемодинамика, моделирование.*

***Resume.** Morphological and morphometric features of sites of the coronal arteries located under the muscular bridges are presented in this work. Mathematical modeling of a blood flow by means of the*

geometrical model corresponding to the explored sites of coronal arteries is carried out. Features of a blood flow in models which can promote a pathological curvature of an artery and change of thickness of its wall are established.

Keywords: *muscular bridges, coronal arteries, morphology, hemodynamics, modeling.*

Актуальность. Исследование морфологии артерий сердца в настоящее время имеет не только теоретическое, но и практическое значение, так как известно, что смертность от болезней кровообращения в Беларуси составляет около 55%, причем преобладает ишемическая болезнь сердца [1, с. 6]. Одной из причин нарушения коронарного кровообращения с развитием ишемии миокарда вплоть до некроза вследствие сдавливания просвета венечных артерий в систолу могут явиться миокардиальные мостики [2, с. 1]. Мышечными «мостиками» миокарда называется врожденная аномалия расположения венечных артерий, при которой сосуд частично локализуется в толще миокарда, а не непосредственно под эпикардом. По данным литературы [3, с. 60], мышечные мостики в сердце человека являются доброкачественной аномалией, но в патологических условиях (при повышении нагрузки на сердце, атеросклерозе венечных артерий, гипертрофии и фиброзе миокарда и др.) неправильное расположение артерии может приводить к возникновению сердечнососудистых осложнений и внезапной смерти.

Известно, что как в норме, так и при патологии в сосудистой системе имеют место отклонения от ламинарного характера кровотока различной степени выраженности [4, с. 150]. Для турбулентного течения характерно наличие завихрений, в которых компоненты крови перемещаются не только параллельно оси сосуда, но и перпендикулярно ей. Турбулентное течение крови по сосудам создаёт повышенную нагрузку на сердце, что способствует развитию патологических процессов в сердечнососудистой системе.

Цель: установить морфометрические и гемодинамические особенности ветвей венечных артерий, расположенных под мышечными мостиками в сердце взрослого человека.

Материал и методы. Макромикроскопически исследована анатомия и топография венечных артерий на 10 препаратах сердца умерших людей в возрасте 50-70 лет, причина смерти которых не связана с сердечнососудистой патологией, артериальной гипертензией, сахарным диабетом и болезнями соединительной ткани. Методом математического моделирования изучены параметры давления кровотока в участках венечных артерий, расположенных под мышечными мостиками, с помощью программы Comsol-4. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы «Microsoft Excel 2010».

Результаты и их обсуждение. В результате макромикроскопического исследования сердца взрослого человека мышечные мостики были найдены в 40% случаев. Во всех случаях мышечные мостики располагались в области передней межжелудочковой ветви левой венечной артерии.

Морфометрическим методом было установлено, что средний диаметр передней межжелудочковой ветви до мышечного мостика больше ($4,0 \pm 0,1$ мм) диаметра сосуда после него ($3,0 \pm 0,3$ мм). Угол искривления артерии под мышечным мостиком составил $140 \pm 5^\circ$. В месте изгиба «ныряющей» артерии макромикроскопически было

обнаружено утолщение стенки сосуда - атеросклеротическая бляшка высотой около 1,0-1,2 мм и протяжённостью – 8-9 мм.

На основании макромикроскопических данных о строении участков венечных артерий, расположенных под мышечными мостиками, методом математического моделирования с помощью программы Comsol-4 была построена геометрическая модель этого участка венечной артерии (рисунок 1). Моделирование проводилось с учётом утолщения сосуда в месте изгиба артерии (наличие атеросклеротической бляшки).

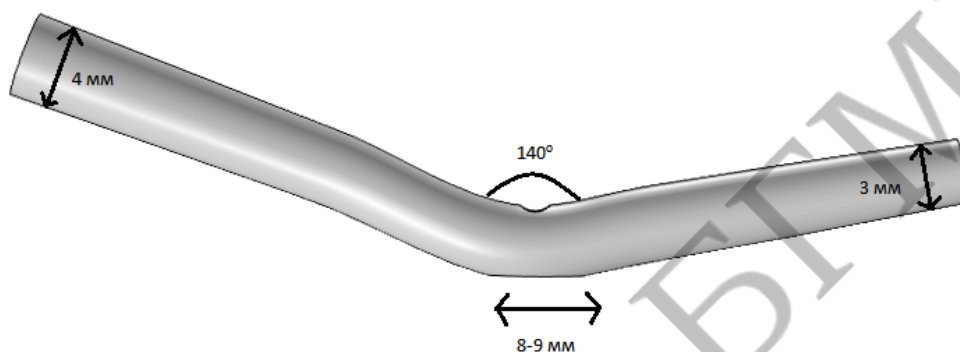


Рисунок 1 – Геометрическая модель, построенная по заданным параметрам

В результате моделирования было установлено, что скорость кровотока в участке сосуда, расположенном дистальнее мостика (после искривления сосуда) и скорость сдвига на стенке сосуда увеличиваются, а градиент давления снижается (рисунок 2, 3).

Полученные методом математического моделирования данные можно объяснить тем, что струя крови, проходя в сосуде, имеющем изгиб (под мышечным мостиком), определяет градиент скорости на стенке сосуда, а значит и напряжение сдвига, возникающее вследствие вязких сил, что оказывает действие на внутреннюю оболочку сосуда (интиму). В результате этого возникает неоднородная деформация внутренней оболочки сосуда. При нарушении функции или структуры эндотелия резко меняется спектр выделяемых им веществ, что приводит к патологическим процессам, в том числе, к атерогенезу.

Кроме того, струя крови, ударяясь о стенку, вызывает еще большую деформацию стенки сосуда, повреждая интиму. Это может приводить к внедрению компонентов крови в интиму артерии, способствуя увеличению протяженности бляшки со временем.

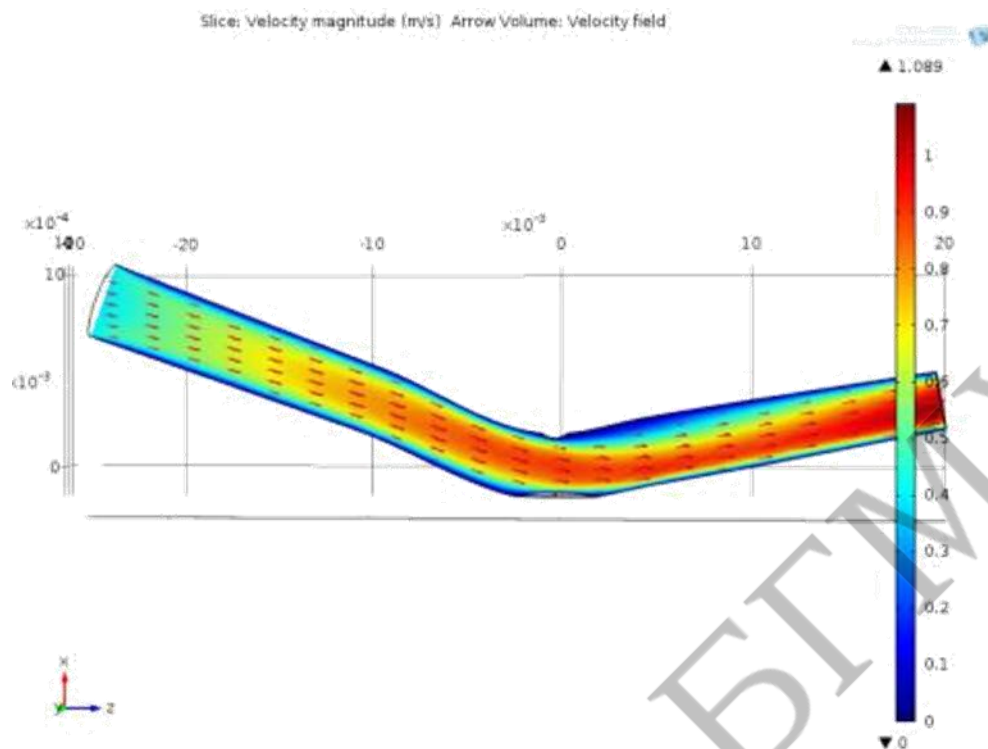


Рисунок 2 – Изменение скорости кровотока в геометрической модели

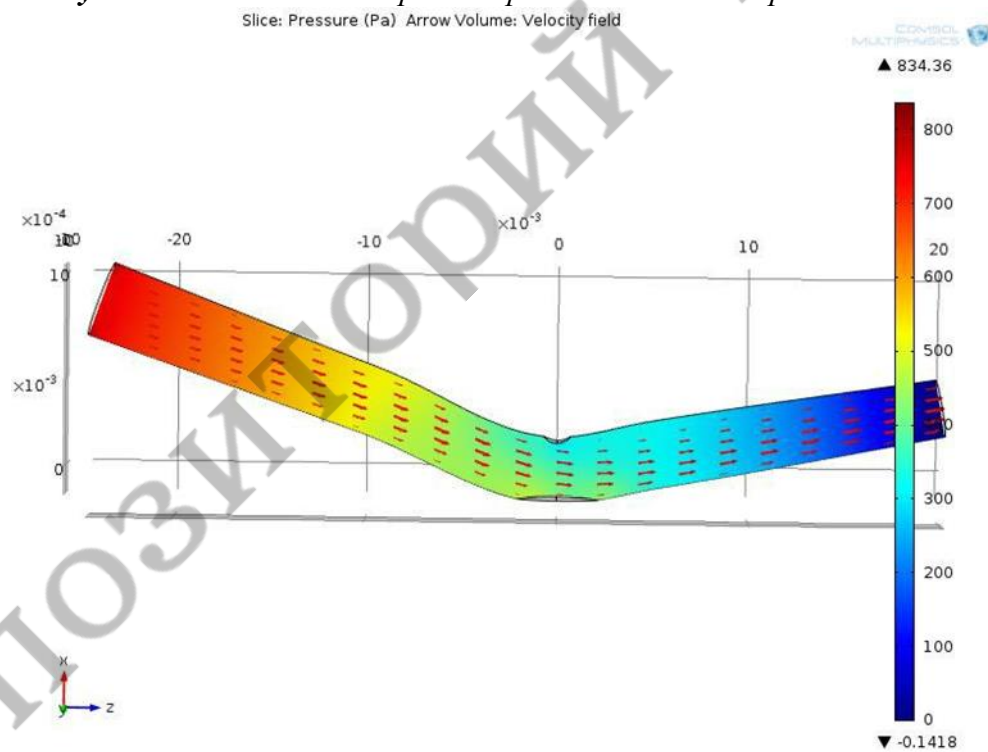


Рисунок 3 – Изменение давления крови в геометрической модели

Чем меньше диаметр в дистальной части участка венечной артерии, тем больше скорость кровотока и меньше статическое давление. Неравномерность (как по величине, так и по направлению) градиента перепада давления приводит к дополнительному внешнему давлению разного знака, что может вызывать дополнительную деформацию стенки сосуда.

Выводы:

- 1 Мышечные мостики чаще всего расположены в области передней межжелудочковой ветви, отходящей от левой венечной артерии.
- 2 Диаметр венечной артерии до мостика (по ходу кровотока) больше, чем после.
- 3 Мышечный мостик в сердце человека приводит к сужению венечной артерии, что увеличивает скорость кровотока, снижает давление крови в участке, расположенном дистальнее мостика. Это может привести к повреждению внутренней оболочки сосуда (интимы) на участке после мостика и увеличению протяжённости бляшки, а также еще большему искривлению артерии.

Medushevskaya J. A.

MORPHOLOGICAL AND HEMODYNAMIC FEATURES OF SITES OF ARTERIES LOCATED UNDER THE MUSCULAR BRIDGES

*Tutors: assistant professor Trushel N. A.,
assistant professor Mansurov V. A.*

*Department of normal anatomy
Belarusian State Medical University, Minsk*

Литература

1. *Трушель, Н.А.* Роль морфологического и гемодинамического факторов в атерогенезе сосудов виллизиева круга / Н.А. Трушель, П.Г. Пивченко. – Минск : БГМУ, 2013. – 180 с.
2. *Донцов, Ю. Г.* Морфология мышечных мостиков, покрывающих венечные сосуды сердца человека: автореф. дис. канд. мед. наук / Ю. Г. Донцов, Н. И. Одноралов. – Воронеж : ВГМИ, 1970. – 19 с.
3. *Карташева, А. Н.* Мышечные мостики миокарда / А. Н. Карташева // *MedicineReview.*– 2008.– Vol. 1, № 1. – С. 60-61.
4. *Лещенко, В. Г.* Медицинская и биологическая физика: учеб.пособие / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. – Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2012. – С. 149-177.