

**Ю. А. Медушевская**  
**ОСОБЕННОСТИ ГЕМОДИНАМИКИ В СОСУДАХ СЕРДЦА,  
РАСПОЛОЖЕННЫХ ПОД МЫШЕЧНЫМИ МОСТИКАМИ**

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

*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 исследованным участкам венечных артерий. Установлены особенности кровотока в модели, которые могут способствовать патологическому 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.** Известно, что смертность от болезней кровообращения в Беларуси составляет около 55%, причем преобладает ишемическая болезнь сердца [1]. 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]. По данным литературы [3], мышечные мостики в сердце человека являются доброкачественной аномалией, но в патологических условиях неправильное расположение артерии может приводить к возникновению сердечнососудистых осложнений и внезапной смерти.

Как в норме, так и при патологии в сосудистой системе имеют место отклонения от ламинарного характера кровотока различной степени выраженности [4]. 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.

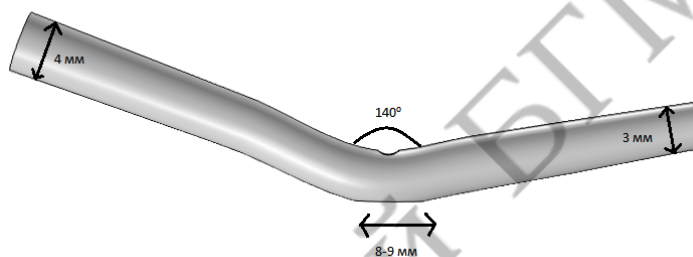
**Цель:** установить морфометрические и гемодинамические особенности ветвей венечных артерий, расположенных под мышечными мостиками в сердце взрослого человека.

**Материал и методы.** Макромикроскопически исследована анатомия и топография венечных артерий на 10 препаратах сердца умерших людей в возрасте 50-70 лет. Методом математического моделирования изучены параметры давления кровотока в участках венечных артерий, расположенных под мышечными мостиками, с помощью программы Comsol-4.

**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, что соответствует данным литературы [2, 3].

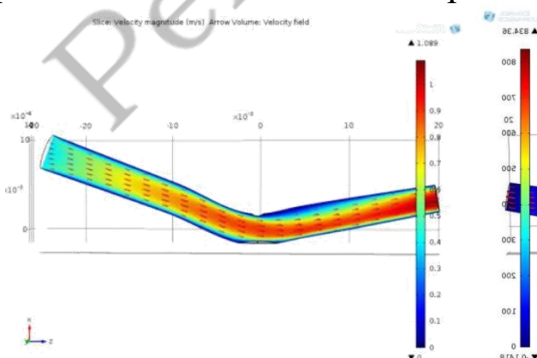
Морфометрическим методом было установлено, что средний диаметр передней межжелудочковой ветви до мышечного мостика больше ( $4,0 \pm 0,1$  мм) диаметра сосуда после него ( $3,0 \pm 0,3$  мм). Угол искривления артерии под мышечным мостиком составил  $140 \pm 5^\circ$ . В месте изгиба «ныряющей» артерии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

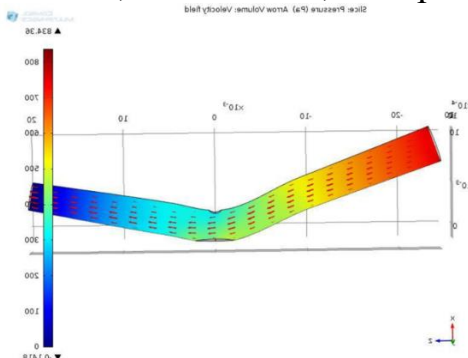


*Рисунок 1* – Геометрическая модель, построенная по заданным параметрам

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). Это 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). При нарушении функции или структуры эндотелия резко меняется спектр выделяемых им веществ, что приводит к патологическим процессам, в том числе, к атерогенезу.



*Рисунок 2* – Изменение скорости кровотока в геометрической модели



*Рисунок 3* – Изменение давления крови в геометрической модели

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.*

**FEATURES OF HEMODYNAMICS IN THE VESSELS OF THE HEART  
LOCATED UNDER THE MUSCULAR BRIDGES**

*Tutors: 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. – 60-61 с.
4. Лещенко, В. Г. Медицинская и биологическая физика: учеб. пособие / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. – Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2012. – 149-177 с.