

УДК 611.132.2-055.1-073

**ТОПОГРАФО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
АНГИОАРХИТЕКТониКИ ПРАВОЙ ВЕНЕЧНОЙ АРТЕРИИ  
ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СОЗДАНИЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ  
3D-ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ**

**Челнокова Н.О.**

*ГБОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского  
Минздрава России», Саратов, e-mail: nachelnokova@yandex.ru*

С целью создания компьютерной 3D-пространственно-ориентированной геометрической модели правой венечной артерии проведено исследование топографо-морфологических особенностей правой венечной артерии у группы риска развития ишемической болезни сердца. С помощью морфометрических методов изучено 128 правых венечных артерий трупов мужчин в возрасте 31–70 лет. В ходе исследования определены экстенсивность и параметры углов отклонения и разветвления ветвей правой венечной артерии. Описаны особенности хирургической анатомии сегментов правой венечной артерии. Выявлена вариантная, сегментарная и возрастная изменчивость бассейна правой венечной артерии. С возрастом у мужчин, преимущественно от 31 до 50 лет, отмечено увеличение углов отклонения наиболее постоянных ветвей правой венечной артерии. Угол отклонения задней межжелудочковой ветви тесно коррелирует с углом разветвления, образованным заднебоковой левожелудочковой и задней межжелудочковой ветвями. Создан информационный банк данных по морфометрическим показателям правой венечной артерии.

**Ключевые слова:** ишемическая болезнь сердца, правая венечная артерия, ангиоархитектоника, компьютерное моделирование

**TOPOGRAPHIC AND ANATOMIC PECULIARITIES OF ANGIOARCHITECTURE  
OF THE RIGHT CORONARY ARTERY WITH RESPECT TO COMPUTER  
3D-GEOMETRIC MODEL GENERATION**

**Chelnokova N.O.**

*Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, e-mail: nachelnokova@yandex.ru*

We undertook a study of topographic and anatomic special features of the right coronary artery in a group of people with the risk of development of ischemic heart disease in order to generate computer 3D spatially oriented geometric model of the right coronary artery. 128 right coronary arteries of 31–70 year-old male corpses were studied with the help of morphometric methods. The study allowed to define the extensivity and parameters of the angle of deviation and bifurcation of the right coronary artery branches. The study describes special features of surgical anatomy segments of the right coronary artery. It discovered variant, segmental and age-dependent changeability of the circulation system of the right coronary artery. It was found out that aging men, predominantly from 31 to 50 years old, demonstrated the increase of angles of deviation of the most permanent branches of the right coronary artery. The angle of posterior interventricular branch is closely correlated with the angle of deviation, which was formed by the right posterolateral and posterior interventricular branch. Information database of morphometric indices of the right coronary artery was established. The angle of posterior interventricular branch is closely correlated with the angle of deviation, which was formed by the right posterolateral and posterior interventricular branch. Information database of morphometric indices of the right coronary artery was established.

**Keywords:** ischemic heart disease, right coronary artery, angioarchitecture, computer modelling

В общей структуре смертности в большинстве европейских стран на долю сердечно-сосудистых заболеваний приходится 51 %, и этот показатель не имеет тенденции к снижению, что представляет серьезную медицинскую и социально-экономическую проблему, т.к. отмечен высокий процент встречаемости ИБС у лиц мужского пола в возрасте 30–60 лет [1, 6, 9].

Коронароатеросклероз – один из главных факторов развития ИБС. При атеросклерозе чаще поражаются внутренние края сосудистых ответвлений и разветвлений. Патогенез собственно атеросклероза является предметом многочисленных научных дискуссий и до сих пор не ясен. В настоящее время для многих исследователей значительный интерес представляет

гемодинамическая теория развития атеросклероза, которая рассматривает влияние воздействия низких и/или высоких касательных напряжений, колебание значений эквивалентных напряжений на стенках сосуда, образование зон высокого давления в артериях, приводящие к повреждению и развитию дисфункции эндотелия интимы. Также интерес представляют и изменения коронарного кровотока, обусловленные нарушением в ходе проведения оперативного вмешательства ангиоархитектоники венечных артерий [3].

Правовенечный тип кровоснабжения миокарда сердца значительно превалирует над левовенечным и составляет около 90 %. Ведущая роль в кровоснабжении правого предсердия, правого желудочка, заднего

отдела межжелудочковой перегородки и проводящей системы сердца принадлежит правой венечной артерии (ПВА). Оклюзия правой венечной артерии при право-венечном типе кровоснабжения приводит, как правило, к развитию инфарктов задней стенки левого желудочка, нарушению сердечного ритма и, тем самым, может стать фатальной для пациента. При проведении реконструктивно-восстановительных операциях по поводу ИБС на правой венечной артерии нередко возникают технические трудности, связанные недостоверными и не четко ориентированными в прикладном аспекте данными об ангиоархитектонике оперируемого сосуда [6, 9].

Активное внедрение современных высокотехнологичных методов диагностики и хирургического лечения ИБС требует детализированного и тщательного изучения ангиоархитектоники правой венечной артерии, так как актуальность проблемы адекватной реваскуляризации миокарда по-прежнему высока. Компьютерное моделирование широко используется во всех сферах и, безусловно, позволяет расширить возможности кардиохирургии. Необходимым условием для создания компьютерной

3D пространственно-ориентированной геометрической модели является разработка топографо-морфологической базы данных по правой венечной артерии [10]. При анализе литературы выявлены общие характеристики вариантной анатомии ПВА, что недостаточно для создания анатомически реальной компьютерной модели. В связи с этим изучение топографо-анатомических особенностей ангиоархитектоники ПВА является необходимым этапом в процессе моделирования.

**Цель исследования:** выявить топографо-морфологические особенности ответвлений наиболее постоянных ветвей правой венечной артерии у группы риска возникновения ИБС.

#### Материалы и методы исследования

Материалом для исследования послужили 128 сердец, 128 правых венечных артерий, изъятые при аутопсии 128 трупов мужчин в возрасте 31–70 лет, причина смерти которых не была связана с заболеваниями сердечнососудистой системы. Для детального анализа возрастной динамики морфологических изменений ПВА, пользуясь рекомендацией Г.Г. Автандилова [1], материал исследования распределен по десятилетиям на 4 возрастных группы (таблица).

Распределение объектов исследования в зависимости от возраста

Возрастная группа	Возраст (лет)	Число наблюдений	
		Абсолютные значения	Относительный показатель (%)
1	31–40	32	25,0
2	41–50	32	25,0
3	51–60	32	25,0
4	61–70	32	25,0
Всего		128	100

Ангиоархитектонику ПВА исследовали на нативных и коррозийных препаратах. Использовали следующие методы исследования: кардио- и ангиометрию, оригинальный метод дихромной заливки венечных артерий холодными массами, препарирование, фотографирование. Изучали число и уровень ответвления ветвей ПВА. При помощи угломера и обработки цифровых фотографий с использованием компьютерной программы CorelDRAW измеряли углы в местах ответвления ветвей ПВА: угол отклонения  $\alpha$  – угол, между осями проксимальной части сосуда и боковой ветви; угол разветвления  $\beta$  – угол между осями дистальной части магистрального сосуда и боковой ветви.

Для систематизации полученных при исследовании данных использовали принцип сегментарного деления венечных артерий применительно к оперативным вмешательствам.

Обработку полученных количественных данных проводили вариационно-статистическими методами с использованием пакета прикладных программ «Statistica 10.0» (StatSoft Inc., USA). Определяли вид

распределения данных с использованием критерия Шапиро–Уилка. Для всех параметров определяли амплитуду (A), минимальное (Min) и максимальное (Max) значения, среднее значение (M), ошибку среднего (m), стандартное отклонение (s), 25 и 75%-е процентиля. Для изучения изменчивости признаков определяли коэффициент вариации (Cv%). Для определения достоверности различия средних величин использовали параметрические (t-критерий Стьюдента) и непараметрические (Колмогорова–Смирнова, Манна–Уитни) статистические критерии. При исследовании взаимосвязи между количественными параметрами применяли непараметрический критерий Спирмена. При  $p < 0,05$  отвергали нулевую гипотезу. Различия считали достоверными при 95%-м ( $p < 0,05$ ) и выше порогах вероятности.

#### Результаты исследования и их обсуждение

I (проксимальным) сегментом является отрезок ПВА от ее устья до места отхождения

правой краевой ветви. Правая венечная артерия во всех случаях отходила от правого аортального синуса Вальсальвы в виде ствола, следующего сверху вниз, вправо и кзади к венечной борозде, вступающего в нее под правым ушком и кзади от основания ствола легочной артерии. Далее сегмент, располагаясь в толще субэпикардиальной жировой клетчатки, направлялся вправо по венечной борозде к правому краю сердца. Угол отклонения ( $\alpha$ ) проксимального сегмента от аорты в среднем составил  $104,0 \pm 2,0^\circ$  ( $A$  от  $65,0$  до  $150,0^\circ$ ); в большинстве наблюдений (71,3%) данный угол тупой ( $A$  от  $92,0$  до  $150,0^\circ$ ), в 22,5% случаев угол  $\alpha$  менее  $90,0^\circ$  ( $A$  от  $65,0$  до  $89,0^\circ$ ), в единичных случаях (6,2%) угол  $\alpha$  был прямым.

От ствола ПВА чаще (91,4%) первой отходила ветвь артериального конуса. Самостоятельное ее отхождение от правого аортального синуса Вальсальвы наблюдалось в 8,6% случаев. Углы  $\alpha$  и  $\beta$  данной ветви сопоставимы между собой и в среднем составляют  $70,9 \pm 2,4^\circ$  ( $A = 24,0-120,0^\circ$ ;  $s = 16,8^\circ$ ). Отмечена значительная изменчивость данных углов  $Cv = 28,2\%$ . Углы  $\alpha$  и  $\beta$  ветви артериального конуса от  $46,0-90,0^\circ$  обнаружены в 65,8% наблюдений, в 13,7% случаев углы менее  $45,0^\circ$  и в 20,5% – более  $90,0^\circ$ . С возрастом от 1-й к 2-й и 3-й группам ( $p < 0,05$ ) наблюдается увеличение угла  $\alpha$  и  $\beta$  с  $59,7 \pm 3,5$  до  $86,8 \pm 4,1^\circ$ , что составляет 45,2%. В 4-й возрастной группе наблюдается уменьшение данного параметра до  $65,0 \pm 4,4^\circ$ , т.е. 24% ( $p < 0,001$ ).

Второй ветвью проксимального сегмента является первая предсердная ветвь – ветвь синусно-предсердного узла. В 5,5% случаев она отходила самостоятельно от аорты под углом  $\alpha$  от  $65,0$  до  $85,0^\circ$ . В 85,1% наблюдений углы  $\alpha$  и  $\beta$  данной ветви практически равны и составляют в среднем  $71,9 \pm 3,3^\circ$  ( $A = 27,0-110,0^\circ$ ;  $s = 20,5^\circ$ ). В 9,4% случаев ветвь синусно-предсердного узла не обнаружили. У данной ветви отмечена высокая изменчивость углов  $\alpha$  и  $\beta$  ( $Cv = 30,1\%$ ). Углы  $\alpha$  и  $\beta$  от  $46,0$  до  $90,0^\circ$  встретились в 78,0% наблюдений, в 10,1% случаев – углы менее  $45,0^\circ$  и в 11,9% – более  $90,0^\circ$ . Наблюдается увеличение углов  $\alpha$  и  $\beta$  от 1-й ко 2-й возрастной группе с  $63,5 \pm 3,4$  до  $72,1 \pm 4,1^\circ$ , что составляет 13,5% ( $p = 0,034$ ), в 3-й и 4-й изменения углов незначительны ( $p > 0,05$ ). Длина I сегмента ПВА в изучаемой выборке варьируется от 22,8 до 91,7 мм ( $45,6 \pm 1,6$  мм).

II (средний) сегмент ПВА – участок артерии от места ответвления правой краевой ветви до уровня ответвления задней межжелудочковой ветви. В 92,2% случаев он направляется вправо по венечной борозде

к правому кардиальному краю и, огибая его, переходит на диафрагмальную поверхность сердца, следуя к области «креста». В 7,8% случаев данный сегмент оканчивается после отхождения правой краевой ветви, разветвляясь на конечные желудочковые ветви в правой половине нижней поверхности правого желудочка.

Во II сегменте постоянной ветвью является правая краевая ветвь. Углы  $\alpha$  и  $\beta$  данной ветви сопоставимы и составляют в среднем  $65,3 \pm 2,4^\circ$  ( $A = 5,0-105,0^\circ$ ;  $s = 21,6^\circ$ ), коэффициент вариации высокий ( $Cv = 33,1\%$ ). Углы  $\alpha$  и  $\beta$  от  $46,0$  до  $90,0^\circ$  обнаружены в 65,5% наблюдений, в 21,9% случаев углы менее  $45,0^\circ$  и в 12,5% более –  $90,0^\circ$ . С возрастом обнаружено постепенное увеличение углов  $\alpha$  и  $\beta$  ( $p < 0,05$ ) от 1-й к 3-й возрастной группе с  $48,1 \pm 5,8$  до  $76,6 \pm 2,9^\circ$ , что составляет 48,2%; после 60 лет отмечается незначительное уменьшение углов до  $71,3 \pm 4,0^\circ$ . Правая краевая ветвь достигала уровня начала средней трети передней поверхности правого желудочка в 30,0% наблюдений. В 58,8% случаев она разветвляется на конечные ветви между средней и дистальной третями передней поверхности правого желудочка, и только в 10,0% оканчивается в дистальной трети правого желудочка, иногда достигая верхушки. На одном препарате (1,2%) в 5,0 мм от истока ПВА наблюдалось ее бифуркационное деление (рисунок).

На данном уровне правая краевая ветвь брала начало и следовала, диагонально пересекая переднюю поверхность правого желудочка и отдавая ветвь артериального конуса, желудочковые ветви, к правому краю сердца, оканчиваясь на границе его средней и дистальной трети.

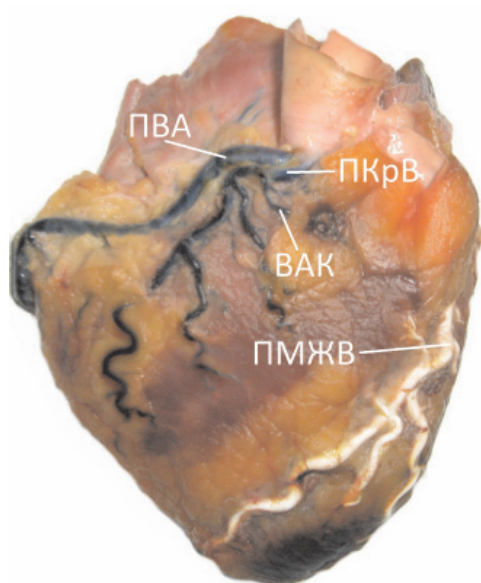
В 6,3% наблюдений правая краевая ветвь переходила с передней на заднюю стенку правого желудочка, нередко достигая задней межжелудочковой борозды. Длина II сегмента ПВА варьировалась от 2,0 до 77,6 мм ( $54,6 \pm 1,9$  мм).

III (дистальный) сегмент ПВА встретился в 92,2% наблюдений. Из них в 88,1% ПВА делится у задней межжелудочковой борозды бифуркационно. При этом виде деления окончание ПВА может быть представлено двумя дистальными сегментами (IIIа – от уровня ответвления до конечных ветвей задней межжелудочковой ветви и IIIб – от уровня ответвления до конечных ветвей правой заднелатеральной ветви). В 11,9% ПВА является одноствольной и выражается одним дистальным сегментом IIIа.

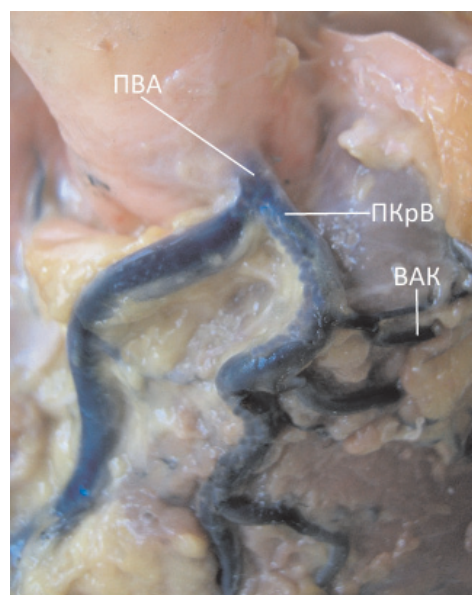
В 70,3% наблюдений задняя межжелудочковая ветвь ответвлялась от ПВА в области «креста» и следовала по задней

межжелудочковой борозде, ее удвоение встретилось в 14,9% случаев. В 14,9% наблюдений задняя межжелудочковая ветвь ответвлялась от ПВА, не достигая задней межжелудочковой борозды, и следовала по направлению к верхушке сердца по правому краю заднего отдела межжелудочковой перегородки. В 5,4% случаев она следовала диагонально по задней стенке правого желудочка в направлении к задней межжелудочковой борозде. Угол  $\alpha$  исследуемой ветви в среднем составил  $59,3 \pm 2,4^\circ$  (А от  $10,0$  до  $107,0^\circ$ ,  $s = 20,2^\circ$ ), коэффициент вариации высокий ( $Cv = 34,1\%$ ). Задняя межжелу-

дочковая ветвь с углом  $\alpha$  равным  $46,0-90,0^\circ$  встречается в 61,5% наблюдений, в 31,7% случаев угол менее  $45,0^\circ$  и в 6,8% – более  $90,0^\circ$ . Выявлена волнообразная возрастная динамика угла  $\alpha$  задней межжелудочковой ветви. Данный параметр увеличивается от 1-й ко 2-й возрастной группе с  $52,2 \pm 4,4$  до  $72,7 \pm 3,6^\circ$ , т.е. на 39,3% и от 2-й к 3-й группе – уменьшается до  $45,1 \pm 5,2^\circ$ , т.е. на 38,0%, к 4-й группе – его увеличение по сравнению с 3-й возрастной группой составляет 50,3% ( $67,8 \pm 3,9^\circ$ ). Длина IIIa сегмента варьируется от 25,4 до 97,1 мм ( $57,2 \pm 2,1$  мм).



а



б

Коррозионный препарат сердца № 43. Вид спереди (а) и сверху (б)  
(ПВА – правая венечная артерия, ПКрВ – правая краевая ветвь;  
ВАК – ветвь артериального конуса, ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь)

При бифуркационном делении ПВА правая заднелатеральная ветвь направляется по венечной борозде в сторону левого кардиального края и является продолжением ПВА. Угол  $\alpha$  данной ветви составил в среднем  $27,4 \pm 2,2^\circ$  (А от 0 до  $80,0^\circ$ ,  $s = 12,0^\circ$ ), коэффициент вариации высокий ( $Cv = 43,7\%$ ). Правая заднелатеральная ветвь в 76,0% случаев ответвлялась от ПВА под углом  $\alpha$  от 0 до  $45,0^\circ$ , в 24,0% наблюдений он колеблется в пределах  $46,0-90,0^\circ$ , с углом  $\alpha$  более  $90,0^\circ$  данная ветвь не встречалась. С возрастом выявлено постепенное уменьшение угла  $\alpha$  исследуемой ветви от 1-й к 4-й возрастной группе с  $35,5 \pm 3,8$  до  $15,3 \pm 2,3^\circ$ , т.е. в 2,3 раза ( $p < 0,05$ ).

Угол  $\beta$  между задней межжелудочковой и правой заднелатеральной ветвями составил в среднем  $86,7 \pm 2,4^\circ$  (А от  $28,0$  до  $131,0^\circ$ ,  $s = 20,7^\circ$ ), коэффициент вариации средний ( $Cv = 23,8\%$ ). Угол  $\beta$ , равный

$46,0-90,0^\circ$  обнаружен в 51,9% наблюдений, более  $90,0^\circ$  – в 42,3% и менее  $45,0^\circ$  – в 5,8%. Отмечена скачкообразная возрастная динамика данного параметра. Угол  $\beta$  увеличивается от 1-й ко 2-й возрастной группе с  $87,8 \pm 4,1$  до  $102,4 \pm 3,6^\circ$ , что составляет 16,9% ( $p < 0,05$ ). От 2-й к 3-й отмечено его уменьшение на 29,2% ( $p < 0,05$ ) до  $72,5 \pm 5,3^\circ$ . В 4-й возрастной группе угол  $\beta$  увеличивается на 14,5% по сравнению с 3-й возрастной группой и составляет в среднем  $83,0 \pm 4,6^\circ$  ( $p > 0,05$ ). Длина IIIб сегмента высоко изменчива ( $Cv = 43,0\%$ ) и варьируется от 1,7 до 48,1 мм ( $15,7 \pm 0,9$  см).

Встретились следующие варианты окончания ПВА: на уровне правого края сердца (в 2,5%); в правой половине задней стенки правого желудочка (в 2,5%); в левой половине задней стенки правого желудочка (в 2,5%); в задней межжелудочковой борозде

(в 16,2%); в правой половине задней стенки левого желудочка (в 55,0%); в левой половине задней стенки левого желудочка (в 17,5%); на уровне левого края сердца (в 3,7%).

Таким образом, анализ углов отклонения и разветвления показал возрастную и вариантную изменчивость сегментов ПВА и ее наиболее постоянных ветвей. Однако провести точные сопоставления с данными литературы сложно, так как многие исследователи в своих работах [2, 4, 5, 8, 11] не точно указывают, какой угол они называют «углом отхождения», а также не описывают методику его измерения.

### Заключение

Полученные топографо-морфологические данные характеризуют вариантную и возрастную изменчивость ПВА и ее крупных, эпикардially расположенных ветвей у мужчин в возрасте 31–70 лет. С целью предупреждения развития интра- и послеоперационных осложнений, обеспечения адекватной реваскуляризации миокарда при проведении и планировании различного вида реконструктивно-восстановительных операций по поводу ИБС необходимо учитывать индивидуальные и возрастные особенности хирургической анатомии правой венечной артерии и ее ветвей.

Компьютерная 3D пространственно-ориентированная геометрическая модель правой венечной артерии даст возможность оценивать параметры кровотока на любом участке сосудистого русла, избежать технических трудностей во время проведения оперативного вмешательства и прогнозировать гемодинамические последствия реконструктивно-восстановительной сосудистой операции, что является приоритетным направлением на современном этапе развития здравоохранения. Полученные в настоящем исследовании детализированные данные о хирургической анатомии ПВА являются базисом для создания такой модели.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 09-01-00804-а.*

### Список литературы

1. Автандилов Г.Г. Основы количественной патологической анатомии: уч. пособие. – М.: Медицина, 2002. – 240 с.
2. Бударова О.А. Морфофункциональная организация артериального субэпикардiallyного русла сердца у людей пожилого и старческого возраста (от 56 до 90 лет): дис. ... канд. мед. наук. – Волгоград, 2009. – 102 с.
3. Конечно-элементное моделирование ишемической болезни сердца исходя из картины морфофункциональных изменений венечных артерий и сердечной мышцы человека / А.А. Голядкина, И.В. Кириллова, Н.О. Челнокова, О.А. Щучкина, Г.Н. Маслякова, Н.В. Островский // Российский журнал биомеханики. – 2011. – Т. 15, № 4 (54). – С. 33–46.
4. Горячева И.А. Вариантная анатомия венечных артерий и их основных ветвей у взрослого человека: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2012. – 22 с.
5. Долгашова М.А. Структурно-функциональная организация артериального субэпикардiallyного русла сердца у людей первого и второго периодов зрелого возраста (от 21 до 60 лет): автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Волгоград, 2004. – 22 с.
6. Лесбеков Т.М. Реваскуляризация миокарда при диффузном поражении коронарных артерий: дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2008. – 90 с.

7. Методологические подходы к математическому моделированию гемодинамики в венечных артериях / Н.О. Челнокова, Н.В. Островский, П.А. Каравайкин, И.С. Шмелев // Новые технологии в экспериментальной и клинической хирургии: матер. межрегион. науч. конф. с междунар. участием. – Саратов: Изд-во Саратов. мед. ун-та, 2011. – С. 150–153.

8. Сперанский Л.С. Типовая и количественная характеристика венечных артерий сердца человека: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Волгоград, 1966. – 22 с.

9. Цыгедников С.А. Внутренняя грудная артерия в хирургическом лечении ишемической болезни сердца (варианты и тактика использования, результаты): автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2010. – 49 с.

10. Челнокова Н.О., Голядкина А.А., Щучкина О.А. Клинико-морфологические основы моделирования гемодинамики в системе венечных артерий с учетом их взаимодействия с миокардом // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2011. – Т. 7, № 4. – С. 762–768.

11. Gawlikowska-Sroka A., Miklaszewska D., Czerwiński F. Analysis of the correlation between aortic diameter, heart size, and type of coronary circulation // Folia Morphol. (Warsz). – 2010. – Vol. 69 (1). – С. 30–34.

### References

1. Avtandilov G.G. Osnovy kolichestvennoj patologicheskoj anatomii: uch. posobie. M.: Medicina, 2002. 240 p.
2. Buzarova O.A. Morfofunkcional'naja organizacija arterial'nogo subepikardiallynogo rusla serdca u ljudej pozhilogo i starcheskogo vozrasta (ot 56 do 90 let): dis. ... kand. med. nauk. Volgograd, 2009. 102 p.
3. Goljadkina A.A., I.V. Kirillova, N.O. Chelnokova, O.A. Shhuchkina, G.N. Masljakova, N.V. Ostrovskij. Konechno-jelementnoe modelirovanie ishemicheskoj bolezni serdca ishodka iz kartiny morfofunkcional'nyh izmenenij venechnyh arterij i serdechnoj mysicy cheloveka. Rossijskij zhurnal biomehaniki. 2011. Vol. 15, no. 4 (54). pp. 33–46.
4. Gorjacheva I.A. Variantnaja anatomija venechnyh arterij i ih osnovnyh vetvej u vzroslogo cheloveka: avtoref. dis. ... kand. med. nauk. – Sankt-Peterburg, 2012. 22 p.
5. Dolgashova M.A. Strukturno-funkcional'naja organizacija arterial'nogo subepikardiallynogo rusla serdca u ljudej pervogo i vtorogo periodov zrelogo vozrasta (ot 21 do 60 let): avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Volgograd, 2004. 22 p.
6. Lesbekov T.M. Revaskuljarizacija miokarda pri diffuзnom porazhenii koronarnyh arterij: dis. ...kand. med. nauk. Sankt-Peterburg, 2008. 90 p.
7. Chelnokova N.O., Ostrovskij N.V., Karavajkin P.A., Shmelev I.S. Metodologicheskie podhody k matematicheskomu modelirovaniju gemodinamiki v venechnyh arterijah. Noveye tehnologii v jeksperimental'noj i klinicheskoj hirurгии: mater. mezhdunar. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem. Saratov: Izd-vo Sarat. med. un-ta, 2011. pp. 150–153.
8. Speranskij L.S. Tipovaja i kolichestvennaja harakteristika venechnyh arterij serdca cheloveka: avtoref. dis. ...kand. med. nauk. Volgograd, 1966. 22 p.
9. Cyged'nikov S.A. Vnutrennjaja grudnaja arterija v hirurгииском lechenii ishemicheskoj bolezni serdca (varianty i taktika ispol'zovanija, rezul'taty): avtoref. dis. ...dokt. med. nauk. Moskva, 2010. 49 p.
10. Chelnokova N.O. Goljadkina A.A., Shhuchkina O.A. Kliniko-morfologicheskie osnovy modelirovanija gemodinamiki v sisteme venechnyh arterij s uchetom ih vzaimodejstvija s miokardom. Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal. 2011. Vol. 7, no. 4. pp. 762–768.
11. Gawlikowska-Sroka A., Miklaszewska D., Czerwiński F. Analysis of the correlation between aortic diameter, heart size, and type of coronary circulation. Folia Morphol. (Warsz). 2010. Vol. 69 (1). pp. 30–34.

### Рецензенты:

Капралов С.В., д.м.н., заведующий 1-м хирургическим отделением, МУЗ «Городская клиническая больница № 2 им. В.И. Разумовского», г. Саратов;

Буров В.В., д.м.н., заведующий сосудистым отделением № 1, МУЗ «Городская клиническая больница № 1 им. Ю.Я. Гордева», г. Саратов.

Работа поступила в редакцию 05.12.2013.