

## ВАРИАНТНАЯ АНАТОМИЯ СЕЛЕЗЁНОЧНОЙ АРТЕРИИ ПО ДАННЫМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Колсанов А.В., Яремин Б.И., Юнусов Р.Р., Назарян А.К.

Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия, e-mail: avkolsanov@mail.ru

## THE VARIANT ANATOMY OF THE SPLENIC ARTERY ACCORDING TO COMPUTER MODELING

Kolsanov AV, Yaremin BI, Yunusov RR, Nazaryan AK

Samara State Medical University, Samara, Russia, e-mail: avkolsanov@mail.ru

### Для цитирования:

Колсанов А.В., Яремин Б.И., Юнусов Р.Р., Назарян А.К. вариантная анатомия селезеночной артерии по данным компьютерного моделирования// Морфологические ведомости.- 2017.- Том 25.- № 2.- С. 27-31. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.17\(25\).02.04](https://doi.org/10.20340/mv-mn.17(25).02.04)

### For the citation:

Kolsanov AV, Yaremin BI, Yunusov RR, Nazaryan AK. The variant anatomy of the splenic artery according to computer modeling. *Morfologicheskie Vedomosti – Morphological Newsletter*. 2017 Jun 30;25(2):27-31. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.17\(25\).02.04](https://doi.org/10.20340/mv-mn.17(25).02.04)

**Резюме.** Ветвление селезеночной артерии, как и место ее отхождения, обусловлено развитием самой селезенки, а также тесными топографическими связями и функциональной нагрузкой соседних органов (печени, желудка, поджелудочной железы). Цель исследования – определить варианты отхождения селезеночной артерии с помощью обработки медицинских изображений методом компьютерного моделирования. Полученные результаты основаны на анализе 42 исследований методом мультиспиральной компьютерной томографии с введением контрастного вещества. Объем и метод оперативного вмешательства обусловлен характером патологического процесса и зависит от сложности сосудисто-органных взаимоотношений, что сказывается на времени проведения и исходе операции. Фундаментальные морфологические исследования ветвей брюшной аорты на основе метода визуализации «Anatomia in silico» важны для абдоминальной и сосудистой хирургии. Они значительно расширяют базу данных для 3D – атласа, используемого в образовательном процессе, и виртуальной хирургической клиники, организованной на базе кафедры оперативной хирургии, клинической анатомии и инновационных технологий Самарского государственного медицинского университета.

**Ключевые слова:** вариантная анатомия, селезеночная артерия, компьютерное моделирование, 3D-анатомия

**Summary.** The branching of the splenic artery, as well as the place of its separation, is due to the development of the spleen itself, as well as close topographical connections and functional load of neighboring organs (liver, stomach, pancreas). The aim of the study was to determine the variant diversion of the splenic artery from the celiac trunk in patients with various pathologies of the upper abdominal organs by means of medical imaging using computer simulation. The anatomical study is based on an analysis of the results of 42 studies using the method of multi-spiral computed tomography with the introduction of a contrast agent. The scope of surgical intervention is determined by the nature of the pathological process and depends on the complexity of the vascular-organ relationships, which affects the timing of its conduct and outcome. Fundamental morphological studies of branches of the abdominal aorta based on the method of visualization «Anatomy in silico» are important for abdominal and vascular surgery. The database for the 3D atlas used in the educational process and the virtual surgical clinic, organized on the basis of the Department of operative surgery and clinical anatomy and technology innovation Samara state medical university.

**Key words:** variation anatomy, splenic artery, computer modeling, 3D-anatomy

**Введение.** Изучение непарных висцеральных ветвей брюшной аорты (далее - НВВБА), отличающих значительной вариабельностью, актуально для абдоминальной хирургии и ангиохирургии [1-2]. Редкие варианты ветвления артерий, нетипичное их положение относительно органов брюшной полости, прохождения артерий в складках брюшины, и, особенно, их дальнейшее ветвление, усложняют хирургические доступы к органам, покрытым брюшиной интраперитонеально [3-5]. Зачастую это заставляет отказываться от малоинвазивных методов оперативного вмешательства с помощью лапароскопической техники. В настоящее время использование томографии дает возможность более объективного выявления нетипичного ветвления экстраорганных сосудов [6-10]. В работах [4, 11-14] представлены сведения, полученные в результате препарирования с использованием стандарта создания, хранения, передачи и визуализации медицинских изображений в формате DICOM, позволяющего обработать их большие объемы. Появились и публикации [15-16] о результатах интраскопических обследований пациентов. Однако очевидно, что еще не решены все вопросы определения тактики хирургического лечения и выбора метода оперативного вмешательства. Возникли проблемы и с трактовкой томограмм, связанные с представлением о пространственном прохождении сосудов по дорсальной поверхности органов и вариантах их анастомозирования. Сформировалось новое направление морфологической науки – компьютерная анатомия или «Anatomia in silico». На его вооружении стоят внушительные графические редакторы с целой массой виртуальных возможностей. Они позволяют построить анатомические модели любой области реального человека в 3D – формате [16-17]. Такая визуализация патологического очага позволяет существенно влиять на ход и продолжительность хирургической операции и избежать осложнений, связанных со случайным повреждением сосудов.

Результаты компьютерного моделирования архивированных медицинских изображений переносятся на рабочий компьютер или планшет врача-хирурга, который использует визуализированный объект для внутриоперационной навигации [8, 18]. Чрезвычайно важно применение виртуальных моделей в учебном процессе. Это и вариантная анатомия, внесенная в 3D-атлас, и построение симуляционных ситуаций при обучении врачей на виртуальных тренажерах [19-20]. Широкое применение различных видов томографии для обследования пациентов хирургического профиля, бесспорно, влияет на решение оперирующего хирурга в отношении тактики будущей операции. Знание вариантной анатомии ветвей

селезеночной артерии (СА) и ее ветвей поможет избежать их случайных повреждений во время оперативных вмешательств на органах верхнего этажа брюшной полости.

**Цель исследования** – определить варианты отхождения селезеночной артерии с помощью обработки медицинских изображений методом компьютерного моделирования.

**Материалы и методы исследования.** Морфологическое исследование проведено при обработке результатов мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) с болюсным контрастированием. МСКТ выполнено на 64-срезовом томографе Toshiba Aquilion 64 (Toshiba, Япония), в Клиниках ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет Минздрава России» (далее - СамГМУ). Сосудисто-органные комплексы выявляли путем цветового картирования. Предоперационное обследование проведено 42-м пациентам с патологией органов, получающих кровоснабжение из НВВБА. Томографические сечения выполнены в аксиальной, сагиттальной и фронтальной плоскостях. При обследовании каждого пациента было получено более 300-т томографических срезов. Исследование проведено в рамках реализации государственного контракта «Разработка технологии и организация производства клинико-диагностической системы для исследования сердечно-сосудистой системы и органов дыхания, реализующей построение персональных анатомических и функциональных моделей», а также в рамках проекта «Разработка технологии автоматического построения полигональной модели на основе данных формата DICOM для диагностики в медицинской практике».

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) - отраслевой стандарт создания, хранения, передачи и визуализации медицинских изображений и документов обследованных пациентов. Далее эти медицинские изображения были конвертированы в полигональную модель. Полигональные модели выполнены с помощью компьютерной графики, для чего был использован аппаратно-программный комплекс «Автоплан», разработанный коллективом СамГМУ.

Получаемые в результате реконструкции модули можно масштабировать, вращать. Изменение прозрачности тканей и угла зрения позволяет проводить в последующем виртуальные срезы конкретных анатомических областей. Подобные методы не дают гемодинамической информации, но очень полезны при изучении вариантной анатомии ветвей брюшной аорты [7,9,21].

**Результаты исследования и обсуждение.** Анализ литературы показывает, что чаще всего (в 90% случаев) селезеночная артерия отходит от чревного ствола (далее - ЧС). Классическое ветвление ЧС - это наличие трех артерий: общей печеночной, левой желудочной и селезеночной, получившее название трифуркации, или треножника Галлера [22]. Достаточно часто встречается деление ЧС на две артерии (бифуркация ЧС): общую печеночную и селезеночную. Встречаются и нетипичные варианты ветвления чревного ствола на 4-5-6 артерий [1, 4, 12, 14]. На компьютерных 3D - моделях артерио-органных комплексов (печень, селезенка, поджелудочная железа, брюшная аорта и ее ветви) в 45,2% случаев был обнаружен классический вариант трифуркации ЧС, бифуркационный вариант ветвления ЧС на две артерии (общую печеночную и селезеночную) – в 42,7% случаев, а вариант деления ЧС на 4 артерии – только в 2,4% случаев (рис. 1).

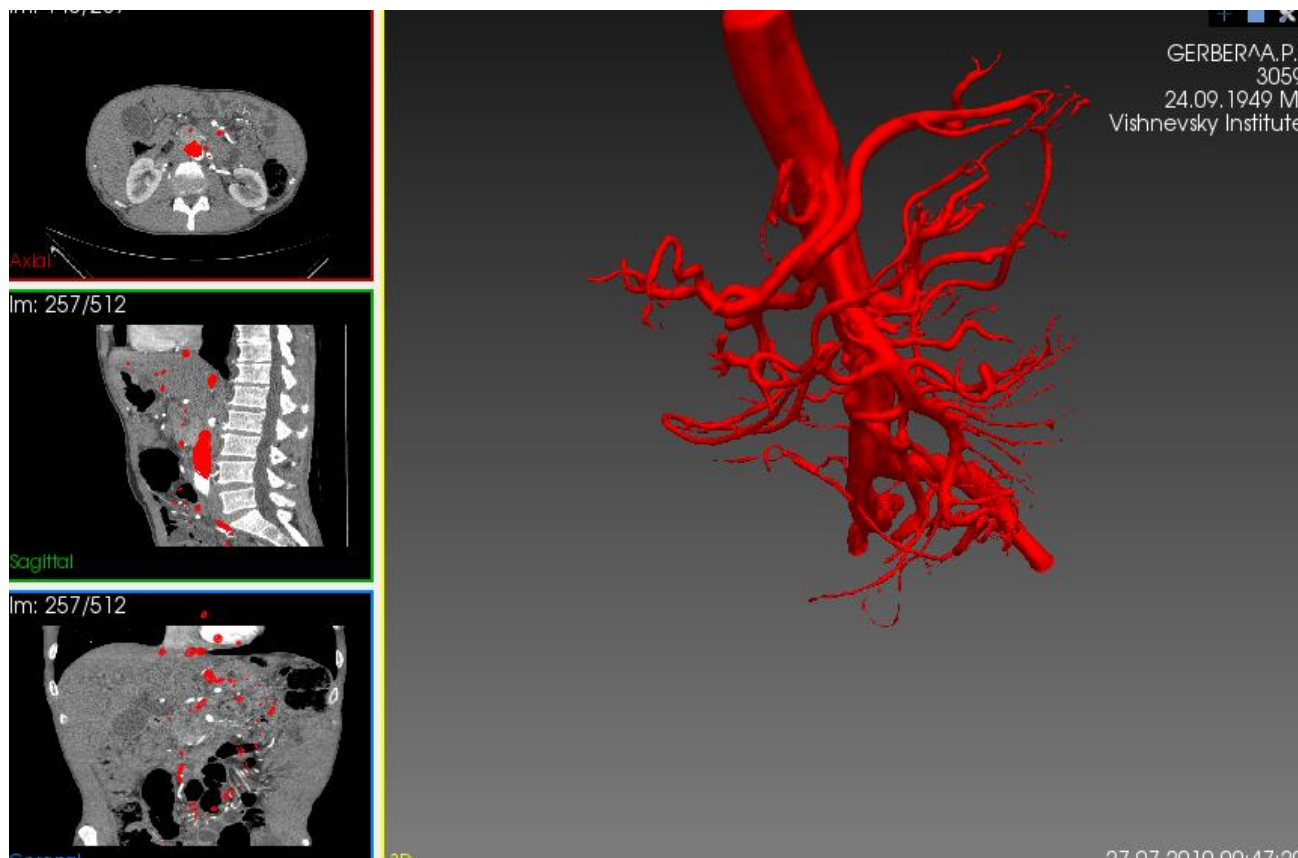


Рис. 1. Чревный ствол и его ветви.

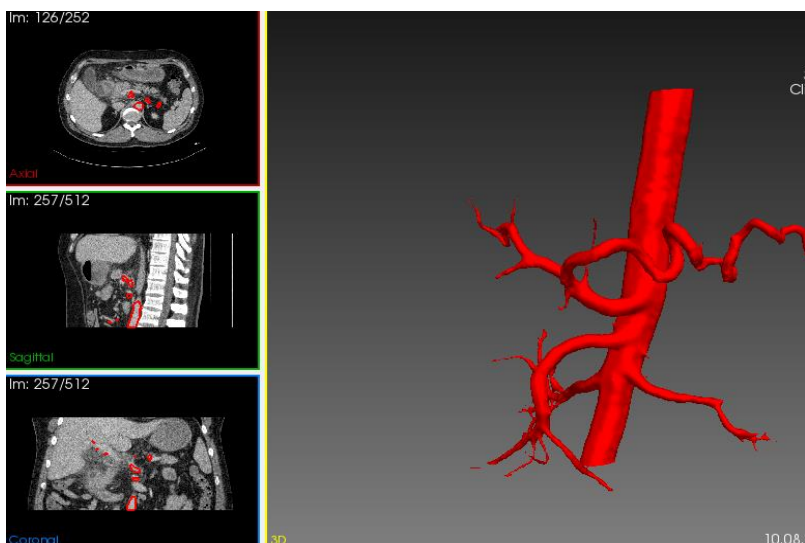


Рис. 2. Селезеночная артерия отходит от брюшной аорты (вид спереди слева).

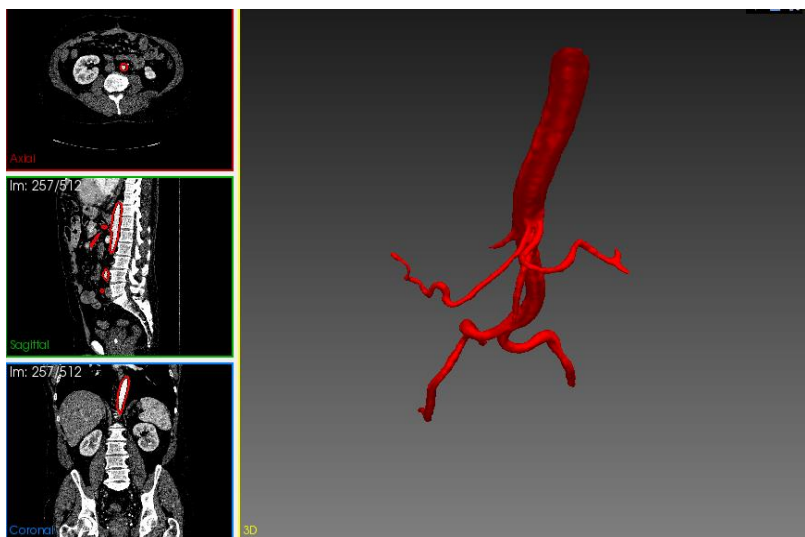


Рис. 3. Отхождение общей печёночной артерии от брюшной аорты, вид спереди справа.

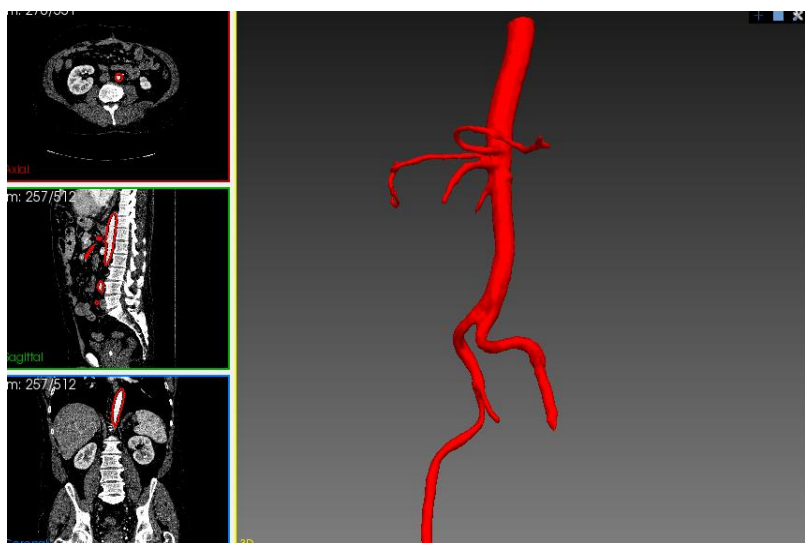


Рис. 4. Ветвление селезеночной артерии.

При таком варианте от ЧС ответвлялись неравнозначные по диаметру артерии. Две из них, общая печеночная и селезеночная, направлялись вправо и влево. Две небольшие артерии направлялись вверх и вниз (левая желудочная и нижняя задняя панкреатодуоденальная артерии). Деления ЧС на большее количество ветвей (5-6) не встречалось. При трифуркации и бифуркации ЧС селезеночная артерия (далее - СА) является наиболее постоянной и самой длинной ветвью. Другой типичной ветвью (ЧС) является и общая печеночная артерия (далее - ОПА). Однако она отходит от ЧС значительно реже, чем СА [2, 4]. У одного пациента при отсутствии ЧС, СА отходила от брюшной аорты (далее - БА) самостоятельно отдельным стволом (рис. 2). В этом же случае и ОПА отходила от БА самостоятельно. Наложение контура ОПА на верхнюю брыжеечную артерию (далее - ВБА) создавало предположение о наличии чревно-брыжеечной артерии (далее - ЧБА). Однако вращение 3D-модели комплекса достоверно подтвердило отхождение ОПА от БА (рис. 3).

В силу достаточно выраженной извилистости СА и расположения ее на верхне-задней поверхности поджелудочной железы, визуализация места ее отхождения стала возможной только при последовательном «удалении» из поля зрения сосудисто-органного комплекса изображений печени, поджелудочной железы и самой селезенки. Кроме того, потребовался поворот модели в сагиттальную плоскость для того, чтобы показать отхождение левой желудочной артерии от брюшной аорты. Такой вариант ветвления встретился у одного пациента. В данной ситуации возникла необходимость дифференцировать левую желудочную артерию (далее – ЛЖА) от нетипичной или добавочной нижней диафрагмальной артерии (далее - ДНДА). Как правило, она направляется от ЧС в срединной дугообразной связке диафрагмы к медиальной поверхности левой ножки. При рассечении этой связки операция по поводу компрессионного стеноза ЧС может серьезно осложниться массивным вторичным кровотечением [1]. Малый диаметр сосуда свидетельствовал в пользу ДНДА.

И только вращение компьютерной модели, визуализация желудка и перемещение артерии вперед и влево, с последующим расположением вдоль малой кривизны желудка, позволили констатировать, что это ЛЖА. Достаточно редко вместо изолированного ЧС наблюдалось присутствие чревно-брыжеечного сосуда (далее - ЧБС) [1, 4, 12, 14]. У 1-го пациента был обнаружен такой ЧБС. Он имел незначительную протяженность и широкое основание. Извитая СА препятствовала обзору места отхождения ЧБС. Изолированный (без изображений органов) просмотр модели БА со значительным поворотом в сагиттальную, а затем в горизонтальную плоскости позволил определить, что это ЧБС, а не две самостоятельные артерии, расположенные очень близко друг к другу.

Необходимо отметить, что СА, помимо вариантов их отхождения, имели и различные варианты изгибов. Кроме того, они значительно отличались местами отхождения от них панкреатических ветвей и заключительным разветвлением. Тем не менее, каждая СА происходила над телом поджелудочной железы, обеспечивая его кровоснабжение. Одна из крупных ветвей, идущая от проксимального отдела СА - поджелудочная артерия. Иногда она отходит непосредственно от ЧС. Большая поджелудочная артерия (далее - БПА), наиболее постоянная ветвь, входит в поджелудочную железу на границе между ее телом и хвостом. При перевязке СА при спленэктомии крайне важно сохранить БПА. Это позволит избежать ишемизацию хвоста поджелудочной железы. СА может давать 4-5 ветвей к поджелудочной железе, которые широко анастомозируют друг с другом. Ветвями являются короткие желудочные и левая желудочно-сальниковая артерии. По мере приближения СА к воротам селезенки происходит ее деление на ветви (рис. 4). СА в 70-80% делится на две основные ветви. Классификация ее деления базируется на определении длины сосуда от места деления до вхождения ветвей в ворота селезенки. Чем больше длина СА до ворот селезенки, тем более широким пучком входят ее ветви в селезенку. Это раннее деление СА. Другой вариант - позднее деление СА. При нем ветви СА входят в ворота селезенки компактным пучком. Соответственно, это магистральный вариант ветвления, а предыдущий – рассыпной. Чаще (в 2/3 случаев) встречается ранний вариант деления СА и широкое расхождение ее сосудов. Это значительно облегчает хирургический доступ к селезенке и позволяет выполнить спленэктомию лапароскопическим методом.

**Заключение.** Морфология сосудисто-органных структур верхнего этажа брюшной полости крайне вариабельна. Зачастую оперирующие врачи-хирурги могут только предположить возможную комбинацию ветвления СА. Однако безопасность и высокая эффективность оперативного вмешательства полностью зависит от знаний ими персонализированной анатомии СА каждого конкретного пациента. Развитие малоинвазивной хирургии органов верхнего этажа брюшной полости настоятельно требует тщательной морфофункциональной обоснованности применения органосохраняющих технологий и усовершенствования тактики оперативного вмешательства. Трехмерная компьютерная реконструкция пораженной области с использованием «Anatomia in silico» с ее топографо-анатомическими 3D – моделями является инновационным методом обработки медицинских изображений. Она существенно расширяет базу данных 3D – атласа, используемого в процессе обучения студентов медвузов и в процессе повышения квалификации врачей на этапе последипломного образования. Визуализация ЧС и его ветвей, а также органов, получающих от них кровоснабжение, имеет важное значение для фундаментальных морфологических исследований и существенно расширяет базу данных для виртуальной хирургической клиники, организованной на базе кафедры оперативной хирургии, клинической анатомии и инновационных технологий СамГМУ. Данные вариантной анатомии НВБА постоянно пополняются, поэтому молодые хирурги, прошедшие тренинг с помощью симуляционных технологий, хорошо подготовлены к проведению малоинвазивных лапароскопических оперативных вмешательств.

## ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. В кн.: Покровский А.В. Клиническая ангиология.- М.: Медицина, 2004.- С. 69-71.
2. Поташев Л.В., Князев М.Д., Игнашев А.М. Ишемическая болезнь органов пищеварения.- Л.: Медицина, 1985.- 216с.
3. Литвиненко Л.М., Никитюк Д.Б. О забрюшинном клетчаточном пространстве// Морфологические ведомости.- 2004.- № 1-2.- С. 97-100.
4. Шведавиченко А.И. О ветвлении чревного ствола (классический вариант)// Морфологические ведомости.- 2004.- № 1-2.- С. 51-53.
5. Филimonov В.И., Чураков О.Ю., Шилкин В.В. Анатомия живого человека. Кострома: «Кострома», 2007.- 368с.
6. Walker GT. Mesenteric Vasculature and Collateral Pathways. Semin. Intervent. Radiol. 2009;26(3):167-174.
7. Winston CB. CT- angiography for delineation of celiac and superior mesenteric artery variants in patients undergoing hepatobiliary and pancreatic surgery. Amer. J. Roentgenol. 2007;189(1):7-12.
8. Каплунова О.А. Возможности рентгеновской ангиографии и спиральной компьютерной ангиографии в изучении вне- и внутриорганных артерий почек// Морфологические ведомости.- 2008.- № 1-2.- С. 47-51.
9. Мёллер Т.Б., Райф Э.М. Атлас секционной анатомии человека на примере КТ- и МРТ- срезов.- Том 2.- М.: МЕДпресс-информ, 2009.- 255с.
10. Levoy M. A hybrid ray tracer for rendering polygon and volume data. IEEE, Comput. Graphics Appl. 1990;2:33-40.
11. Бычков В.Г., Лукина Г.А. Морфометрическая характеристика чревного ствола// Международный научный студенческий вестник (Пенза).- 2016.- № 2.- С. 8-12.
12. Галимзянов Ф.В. Панкреатогенные флегмоны забрюшинной клетчатки// Вестн. хир. им. И.И. Грекова.- 2005.- № 5.- С. 30-33.

13. Марков И.И. Морфологические аспекты хронической ишемии желудочно-кишечного тракта.- Самара, 1991.- 168с.
14. Бабкина В.Н. Коллатеральное и редуцированное кровообращения селезенки// Арх. анат.- 1972.- № 4.- С. 24-28.
15. Железнов Л.М. Микрохирургическая и компьютерно-томографическая анатомия поджелудочной железы и её клиническое значение// Автореф. дисс. ... докт. мед. наук.- Оренбург, 2001.- 26с.
16. Колсанов А.В., Иванова В.Д., Назарян А.К. Вариантная трёхмерная анатомия почечных артерий клиническое применение// Морфологические ведомости.- 2016.- № 4.- С. 46-52.
17. Фатеев И.Н. Компьютерное моделирование в медицине. Опыт работы лаборатории института развития личности «Интеллект»/ В кн.: Профильное обучение и система дополнительного образования детей: проблемы, поиски, пути решения. Материалы Всеросс. науч.- практ. конф.- Оренбург, 2006.- С. 96-98.
18. Pfister H, Kaufman AE. Cube-4: A scalable architecture for real-time volume rendering. In book: Knittel J. Ed. Proc. of the ACM. Symp. on Volume Visualization'96. New York: ACM Press, 1996. P. 47-54.
19. Ямщиков О.Н., Марков Д.А., Абдулнасыров Р.К., Афанасьев Д.В., Ненашев А.А. Компьютерное моделирование в предоперационном планировании при лечении переломов бедренной кости// Вестник Тамбовского университета. Серия «Естественные и технические науки».- 2010.- Том 5.- С. 1508-1510.
20. Котельников Г.П., Колсанов А.В. Инновационная деятельность СамГМУ: инфраструктура, подготовка кадров, формирование прорывных проектов, трансфер технологий в практику, участие в российской и региональной инновационной экосистеме// Наука и инновации в медицине.- 2016.- № 1.- С. 8-13.
21. Федоров В.Д., Кармазановский Г.Г., Цвиркун В.В. Виртуальные хирургические операции на основе использования спиральной компьютерной томографии// Хирургия.- 2003.- № 2.- С.12-17.
22. Гончаров Н.И. Иллюстрированный словарь эпонимов в морфологии.- Волгоград, 2009.- 504с.

#### Авторская справка

**Колсанов Александр Владимирович**, доктор медицинских наук, профессор, директор Института инновационного развития, Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия; e-mail: avkolsanov@mail.ru

**Юнусов Ренат Рафатович**, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры оперативной хирургии и клинической анатомии с курсом инновационных технологий, Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия; e-mail: r.r.yunusov@samsmu.net

**Яремин Борис Иванович**, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры оперативной хирургии и клинической анатомии с курсом инновационных технологий, Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия; e-mail: boris.yaremin@gmail.com

**Назарян Айкуш Карлосовна**, ассистент кафедры оперативной хирургии и клинической анатомии с курсом инновационных технологий, Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия; e-mail: aikush@samsmu.net