

DOI: 10.18499/2225-7357-2020-9-1-43-48



УДК 611.136.7

14.03.01 – анатомия человека

© Коллектив авторов, 2020

Изучение вариантной анатомии почечных артерий с помощью КТ-ангиографии

А. В. Колсанов*, А. К. Назарян, А. С. Воронин, О. А. Гелашвили

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, Россия

В статье рассматриваются вариантная анатомия почечных артерий, возможности трехмерного моделирования и использование полученных данных в клинической практике. Несмотря на большое количество работ, как с морфологической, так и с клинической точки зрения, посвященных вариантам деления почечной артерии, количеству ее ветвей, их тополокализации, единого мнения так и не сформировано. Это связано с тем, что основная масса исследовательских работ базируется на трупном материале, фиксированном и нефиксированном. Такие данные сложно применить к конкретным пациентам. Компьютерная томография позволяет проводить прижизненное изучение различных морфометрических характеристик почечных артерий, которые впоследствии могут быть использованы при диагностике и лечении заболеваний.

Цель исследования – выявление закономерностей топографии, линейных размеров и вариантной анатомии почечных артерий человека по данным КТ-ангиографии с трехмерным моделированием, и клиническое использование полученных результатов.

Материал и методы. Исследование проводилось на основании изучения компьютерных томограмм органов брюшной полости 130 пациентов, на основании которых строились трехмерные модели. Морфометрия проводилась в программах «Автоплан» и «Луч-С». Проводили морфометрический и статистический анализ таких показателей как диаметр устьев почечных артерий, уровень отхождения устьев почечных артерий, а также углы отхождения почечных артерий от брюшной аорты.

Результаты. Даны рекомендации по использованию трехмерного моделирования сосудисто-органных комплексов у пациентов на этапе предоперационного планирования и интраоперационной навигации в клинической практике. Созданный персонализированный архив морфометрических данных почечных артерий делает возможным его использование в виртуальных тренажерах для обучения основным приемам при выполнении операций, сопряженных с возможным повреждением аномальных сосудов и отработки техники конкретных оперативных вмешательств на почке и ее сосудах в виртуальной хирургической клинике.

Ключевые слова: компьютерная томография, ангиография, почечная артерия, вариантная анатомия, 3D-моделирование.

Variant Anatomy of the Renal Arteries: a Computed Tomography Angiography Study

© A.V. Kolsanov*, A.K. Nazaryan, A.S. Voronin, O.A. Gelashvili, 2020

Samara State Medical University, Samara, Russia

The article discusses variant anatomy of the renal arteries, potentials of three-dimensional modeling and use of these data in clinical practice. Despite a large number of studies based on both morphological and clinical approaches there is no general consensus regarding options for dividing the renal artery, the number of its branches, their topolocalization. This is due to the fact that most of the research studies are based on cadaveric material, fixed and unfixed. It is difficult to apply these data to explain medical conditions and pathologies of particular patients. Computed tomography allows performing in vivo investigation of various morphometric parameters of the renal arteries, and these findings can subsequently be used in disease diagnostics and treatment.

The aim of the study was to identify patterns of topography, linear dimensions and variant anatomy of the human renal arteries based on computed tomography angiography (CTA) with three-dimensional modeling, and to apply CTA findings in clinical practice.

Material and methods. The study included CTA images of the abdomen of 130 patients, and their three-dimensional models. A hardware-software complex "Luch-S" and software complex "Avtoplan" (Russian project) were used to perform morphometric analysis. The diameter of the renal artery mouth, the level of origin of the renal artery mouths, as well as the angles between the renal arteries and the abdominal aorta were analyzed morphometrically and statistically.

Results. The authors have developed recommendations how to use three-dimensional modeling of vascular-organ complexes in patients at the stage of preoperative planning and intraoperative navigation in clinical practice. Generated dataset of personalized morphometric data can be applied to teach basic operation techniques involving possible damage to abnormal vessels, as well as training specific surgical procedures involving the kidney and its vessels in a simulation-based surgical clinic.

Key words: computed tomography, angiography, renal artery, variant anatomy, 3D modeling.

***Автор для переписки:**

Колсанов Александр Владимирович
Самарский государственный медицинский университет,
ул. Чапаевская, 89, г. Самара, 443099, Российская Федера-
ция

E-mail: avkolsanov@mail.ru

***Corresponding author:**

Aleksandr Kolsanov
Samara State Medical University, ul. Chapaevskaya, 89,
Samara, Russian Federation
E-mail: avkolsanov@mail.ru

Введение

Количество вариантов артериальных сосудов почки у взрослого человека очень велико. Их регистрация, обработка морфометрических характеристик сосудов, выявление закономерностей хода и ветвления, систематизация обнаруженных вариантов – одна из актуальных проблем морфологии. С клинической точки зрения большой интерес представляют возможные причинно-следственные связи между адекватным обеспечением почек артериальной кровью и возникшими изменениями со стороны органа.

Трансплантация почки дала новый импульс в изучении органов брюшинного пространства и сосудов почки. Для качественного оказания помощи при патологиях почек и почечных артерий необходимо четкое понимание вариантной анатомии почечных артерий, их тополокализации, количества и морфометрических параметров.

Совершенствование медицинской техники и медицинских изображений (большие массивы данных, искусственный интеллект, машинное обучение) позволяет создавать базы данных по заболеваниям различных органов и выявлять патологические процессы с большей долей вероятности, а также отслеживать динамику течения заболевания и лечения. Методы визуализации внутренних структур пациента на основе томографических исследований на сегодняшний день используются достаточно широко в различных областях медицины, в том числе ангиологии [3, 4, 5, 6, 8, 10, 11].

Объемные изображения в медицине дают возможность получить точное и реалистичное представление об исследуемых объектах. Он позволяет планировать операции в хирургической клинике с прогнозированием предстоящих разрезов тканей, чтобы избежать повреждения сосудов и нервных сплетений. Особенно это становится актуальным при пересадке органов и фрагментов органов. Морфометрические характеристики обеспечат врачу научно-обоснованную формализацию проводимых действий на этапах диагностики и лечения.

На сегодняшний день не сформировано единого мнения относительно топографии почечных артерий, вариантов отхождения и деления, количества ее ветвей и аномалий [1,

7]. Это связано с тем, что основная масса исследовательских работ базируется на трупном материале, фиксированном и нефиксированном. Такие данные сложно применить к конкретным пациентам.

Цель исследования – выявление закономерностей топографии, линейных размеров и вариантной анатомии почечных артерий человека по данным КТ-ангиографии с трехмерным моделированием, и клиническое применение полученных результатов.

Материал и методы исследования

Исследование проводилось на основании изучения компьютерных томограмм органов брюшной полости 130 пациентов из архива клиник Самарского государственного медицинского университета (СамГМУ). Для получения КТ-ангиограмм пациентам было введено контрастное вещество (Омнипак-350). Задавали трехфазный протокол введения контрастного вещества: артериальная, отсроченная и венозная фазы. Объем контрастного вещества составлял 100–150 мл, скорость введения – 3–5 мл/с, средняя лучевая нагрузка – 11.3 мЗв.

На проведенное исследование получено разрешение (№124 от 10.09.12) комитета по биоэтике при СамГМУ). Пациенты, прошедшие обследование и лечение в клиниках СамГМУ, письменно в истории болезни подтверждали свое согласие на обработку персональных данных для учебной и научной деятельности в соответствии с ФЗ «О персональных данных» от 27.07.2006 N 152-ФЗ. Архивный материал клиник СамГМУ был анонимизирован и деперсонифицирован.

Среди 130 пациентов было 74 мужчин и 56 женщин. Средний возраст мужчин составил 53.5 года, женщин – 60.5. Из исследования были исключены пациенты со стенозами почечных артерий и патологиями брюшной аорты.

Данные КТ позволяют подойти персонифицировано к изучению анатомии. Современные технологии позволяют получить трехмерную структуру органов по сериям томограмм. Все исследования в формате DICOM загружали в системы «Автоплан» и «Луч-С», разработанные в СамГМУ. DICOM (англ. – Digital Imaging and Communications in Medicine) отраслевой стандарт создания, хранения, передачи и визуализации медицинских изображений и документов обследованных пациентов. Файл формата DICOM имеет две составляющие: медицинские изображения и данные о пациенте.

Полигональная модель, полученная в ходе работы системы «Автоплан», представляет собой облако точек, которые объединены в полигоны.

Система автоматизированного планирования, управления и контроля результатов

хирургического лечения «Автоплан» (Государственный контракт Минпромторга РФ от 07.04.2014 г. № 14411.2049999.19.013 «4.3-Автоплан-2014») представляет собой аппаратно-программный комплекс, предназначенный для предоперационного планирования, выполнения хирургических вмешательств с использованием данных DICOM.

Обработка медицинских изображений и построение трехмерных воксельных моделей проводили с использованием системы медицинской визуализации «Луч-С», разработанной в ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Государственный контракт с Минпромторгом РФ от 21.04.2014 г. № 14411.2049999.19.025 «3.2-Анатомия-2014»). Программное обеспечение зарегистрировано в Роспатенте (№№2017611224 и 2017616519), внесено в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных, запись №78504.

Морфометрию проводили в программах «Луч-С» и «Автоплан» с использованием 3D-инструментов «угломер», «линейка», «ломанная». Измерения проводили в трех плоскостях (сагиттальной, корональной и аксиальной). Фиксировали следующие измерения: уровни отхождения от аорты, разницу в уровне отхождений, диаметр почечных артерий и угол отхождения от аорты.

В соответствии с задачами исследования в работе применены методы морфометрии и математического анализа. В настоящем исследовании индивидуальная изменчивость была изучена для следующих параметров почечных артерий: диаметра устьев почечных артерий, уровня отхождения устьев почечных артерий, а также угла отхождения почечных артерий от брюшной аорты. Величины перечисленных параметров были разбиты на средние ($M \pm \sigma$), отклоняющиеся от средней величины ($M \pm 2\sigma > X > M + \sigma$ и $M - 2\sigma < X < M - \sigma$) и крайние формы анатомической изменчивости.

Результаты и их обсуждение

Уровень отхождения почечных артерий от брюшной аорты относительно позвоночного столба

Уровень отхождения 260 почечных артерий от брюшной аорты относительно позвоночного столба у 130 взрослых пациентов без учета пола и возраста, а также стороны наблюдения сосудов колеблется в пределах от нижнего края позвонка Th_{XII} и до межпозвоночного диска между позвонками L_I–L_{II}. Причем высокое расположение устья почечной артерии мы наблюдали в 5 случаях, что составляет 1.92% и соответствует нижнему краю позвонка Th_{XII} (3 наблюдения) и межпозвоночному диску между Th_{XII} и L_I позвонками (соответственно в 2 наблюдениях). Низкое

расположение устья почечной артерии: на уровне позвонка L_I и межпозвоночного диска между позвонками L_I и L_{II} мы наблюдали в 77 случаях, что составляет 29.62%. Устья почечных артерий соответствовали позвонку L_I в 166 наблюдениях, что составляет 63.85% от общего числа почечных артерий. В 12 случаях мы наблюдали расположение устья почечных артерий на уровне межпозвоночного диска между L_I и L_{II} позвонками – 4.62%.

Среди всех наблюдаемых 130 пар почечных артерий, независимо от пола и возраста нам встретились варианты симметричного начала сосудов и варианты их асимметрии, 28 (21.5%) и 102 случая (78.5%) соответственно (рис. 1, 2). У женщин симметричное расположение устьев почечных артерий встречалось в 12.5% случаев, а у мужчин – в 28.38%, что в 2.27 раза чаще, чем у женщин. В абсолютных значениях у мужчин этот показатель в 3 раза превосходит аналогичный показатель у женщин (21 случай и 7 случаев соответственно). Асимметрия отхождения почечных артерий среди женщин встречалась в 87.5% наблюдений, что в 7 раз чаще их симметричного начала. У мужчин асимметрия регистрировалась в 71.6% наблюдений, что в 2.5 раза превышало долю случаев с симметричным отхождением сосудов.

Диаметр просвета устьев правой и левой почечных артерий

Было выявлено, что диаметр просвета устьев почечных артерий имеют значения в пределах от 2.67 мм до 11.1 мм. Крайние значения (максимум и минимум) данного показателя характерны для левой почечной артерии. Средние значения диаметра просвета устьев левых почечных артерий также независимо от пола и возраста составили 5.77 ± 1.32 мм, что на 7.85% больше аналогичного показателя правой почечной артерии (5.35 ± 1.34 мм). Полученные данные схожи с результатами исследования, проведенного М. Marcin [10]. Авторы проводили исследование среди пациентов, средний возраст которых составлял $66,4 \pm 15,0$ лет. Средние значения диаметра почечных артерий составляли от 5.1 мм до 6.34 мм.

Значительная изменчивость диаметра просвета устьев почечных артерий позволила выделить группы их крайних вариантов. Почечные артерии со средним диаметром просвета устьев ($M \pm \sigma$) составляют 71.54% (диапазон значений в пределах 4.22 мм – 6.9 мм). Крайние варианты размеров устьев почечных артерий образовали 2 группы, в одной из которых диаметр устьев имел значение меньше среднего, в другой – больше среднего. Их доля составила 28.46%. Значения диаметра устьев почечных артерий от 2.67 мм до 4.22 мм, т.е. меньше среднего, в свою очередь тоже были разделены на две вариантные подгруппы:

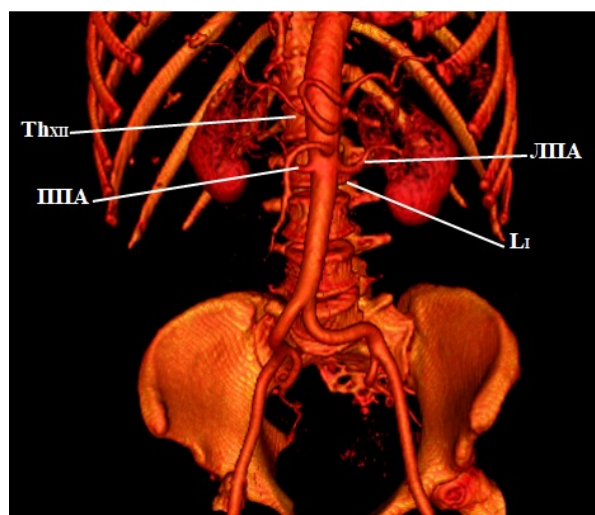


Рис. 1. Устья левой и правой почечных артерий располагаются симметрично и соответствуют середине тела L₁. Трехмерная реконструкция. Женщина, 61 год. Мультиспиральная компьютерная томография.

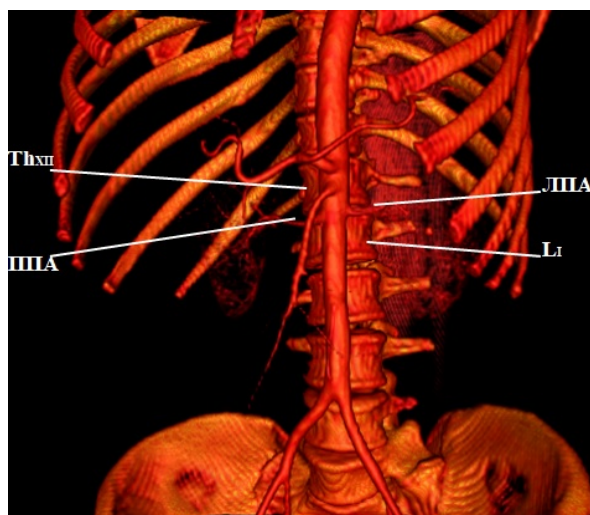


Рис. 2. Устье левой почечной артерии соответствует межпозвоночному диску ThxII –L₁. Устье правой почечной артерии соответствует верхнему краю L₁. Трехмерная реконструкция. Женщина, 36 лет. Мультиспиральная компьютерная томография.

почечные артерии с малым диаметром ($M-2\sigma < X < M-\sigma$) и почечные артерии с крайне малым диаметром ($<M-2\sigma$). Эти 2 подгруппы составили 13,85% (от 3,10 мм до 4,21 мм) и 0,38% (2,67 мм) соответственно. Абсолютные показатели численности пациентов в подгруппах с диаметром устьев почечных артерий меньше средних значений составляют 36 и 1 наблюдение соответственно. Значения диаметра устьев почечных артерий от 6,9 мм до 11,1 мм, т.е. больше среднего, в свою очередь тоже были разделены на две вариантные подгруппы: почечные артерии с большим диаметром ($M+2\sigma > X > M+\sigma$) и почечные артерии с крайне большим диаметром ($>M+2\sigma$). Эти 2 подгруппы составили 10,39% (от 6,95 мм до 8,18 мм) и 3,84% (от 8,4 мм до 11,1 мм) соответственно. Абсолютные показатели численности пациентов с диаметрами устьев почечных артерий больше средних параметров составляют 27 и 10 наблюдений соответственно.

Изменчивость угла отхождения почечных артерий

Угол отхождения правой и левой почечных артерий у взрослых людей без учета пола и возраста колебался в пределах от 20,2° до 127°. Данные минимальные значения характерны для левой почечной артерии. Минимальное значение для правой почечной артерии соответствовало 34°. Полученные максимальные значения в 127° соответствовали правой почечной артерии. Для левой почечной артерии максимальный угол был равен 116,3°. Средние значения величины угла отхождения почечных артерий независимо от пола и возраста составили 65,24±13,33° справа и 69,18±13,63° слева.

Значительная изменчивость угла отхождения почечных артерий позволила выделить группы их крайних вариантов для правого и левого сосуда.

Правые почечные артерии со средними показателями угла отхождения от брюшной аорты ($M\pm\sigma$) составляют 58,46%. Величина угла варьировала от 53,6° до 78,78°. Распределение величин угла в крайних группах относительно средних значений дали по 20,77% наблюдений. Это группы, в которых правая почечная артерия имела угол отхождения меньше и больше среднего значения. Каждая из этих групп была разделена на подгруппы. Для значений меньше среднего в первой подгруппе были объединены показатели угла отхождения правой почечной артерии с малыми значениями ($M-2\sigma < X < M-\sigma$), где угол находился в диапазоне от 53,50° до 41,20°, и крайне малыми значениями ($>M-2\sigma$), где угол был менее 41,10°. Эти подгруппы составили 16,15% и 4,62% соответственно. В абсолютных значениях они составляли 21 и 6 наблюдений соответственно. Для значений больше среднего во второй подгруппе были собраны показатели угла отхождения правой почечной артерии с большими значениями ($M+2\sigma > X > M+\sigma$) (от 78,90° до 91,22°), и крайне большими значениями ($>M+2\sigma$), где угол был от 91,37° до 127°. Эти подгруппы составляли 13,85% и 6,92% соответственно. По абсолютным числам они составили 18 и 9 наблюдений.

Левые почечные артерии со средними значениями угла отхождения от брюшной аорты ($M\pm\sigma$) составляют 49,23%. Величина угла варьировала от 59,01° до 85,18°. Распределение величин углов в крайних группах относительно средних показаний дали 26,16% и 24,61% наблюдений. Это группы, где левые

почечные артерии имели углы отхождения меньше и больше среднего значения. Каждая из этих групп была разделена на подгруппы. Для значений меньше среднего в первой подгруппе были собраны показатели угла отхождения левой почечной артерии с малыми значениями ($M-2\sigma < X < M-\sigma$) и крайне малыми значениями ($>M-2\sigma$), где угол был менее 46.06° . Эти подгруппы составили 22.31% и 3.85% соответственно. По абсолютным числам они составили 29 и 5 наблюдений. Для значений больше среднего во второй подгруппе были собраны показатели угла отхождения левой почечной артерии с большими значениями ($M+2\sigma > X > M+\sigma$) и крайне большими значениями ($>M+2\sigma$), где угол был более 98.22° . Эти подгруппы составили 16.92% и 7.69% соответственно. По абсолютным числам они составили 22 и 10 наблюдений.

Таким образом, обе почечные артерии отходят от брюшной аорты в нисходящем направлении, образуя с ней в большинстве случаев острые углы. Правая почечная артерия отходит под более острым углом, чем левая, без учета пола и возраста ($67.1 \pm 9.84^\circ$ – справа и $67.81 \pm 11.44^\circ$ – слева). При сравнении по возрастным группам установлено, что у мужчин с возрастом происходит постепенное увеличение угла отхождения почечных артерий, а у женщин такой тенденции не наблюдается.

Уровень отхождения почечной артерии оказывает влияние на гемодинамику. При низком отхождении почечной артерии наблюдается большой угол между сосудом и брюшной аортой, что может повлиять на кровоснабжение органа. Полученные данные необходимо учитывать при проведении стентирования, реконструктивных операций на почке и при трансплантации почки (при выборе уровня анастомоза).

Заключение

Трехмерное моделирование по данным КТ-ангиографии показало, что в 78.5% случаев почечные артерии отходят от брюшной аорты асимметрично. Асимметрия встречается в 2.5 раза чаще у лиц женского пола с преимущественным высоким положением устья левой почечной артерии. Изменение топографии устьев почечных артерий происходит в старших возрастных группах от L_1-L_{II} к $L_{II}-L_{III}$. Морфометрические показатели почечных артерий такие, как диаметр и угол их отхождения от брюшной аорты обладают билатеральными различиями, половым диморфизмом и возрастными особенностями, и в определенных случаях могут служить анатомической основой гемодинамических нарушений не только в почках, но и в сердечно-сосудистой системе в целом. Диаметр устья правой почечной артерии на 7.85% больше, чем слева, а ее протяженность на 17.22%

больше, чем у левой почечной артерии. Билатеральные различия угла отхождения сосудов более выражены у мужчин (слева $66.46 \pm 10.9^\circ$ и справа $72.67 \pm 13.77^\circ$) и незначительны у женщин (слева $67.1^\circ \pm 9.84^\circ$ и справа $67.81^\circ \pm 11.44^\circ$).

В результате проведенных исследований сформирован персонифицированный архив, содержащий информацию об индивидуальной вариабельности морфометрических показателей почечных артерий. Полученные данные могут найти применение при разработке виртуальных хирургических симуляторов, предназначенных для отработки обучающимися оперативных приемов, связанных с повреждением вариантных или аномальных сосудов, а также тренировки техники оперативных вмешательств на почке и ее сосудах в симуляционных центрах.

Трехмерное моделирование сосудисто-органных комплексов конкретного пациента на этапе предоперационного планирования и интраоперационной навигации позволяет сократить время операции и повысить ее качество.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы / References

1. Бешуля О.А. Ангиоархитектоника внутриоргана русла почки (литературный обзор). Вестник неотложной и восстановительной медицины. 2013;14(2):246–8 [Beshulya OA. Angioarchitectonics of intrarenal arterial bed (literature review). Bulletin of urgent and recovery surgery. 2013;14(2):246–8] (in Russian).
2. Каган И.И. Прижизненная клиническая анатомия: методические основы, возможности и место в современной медицине. Морфологические ведомости. 2009;3:63–4 [Kagan II. Prizhiznennaya klinicheskaya anatomiya: metodicheskie osnovy, vozmozhnosti i mesto v sovremennoi meditsine. Morphological Newsletter. 2009;3:63–4] (in Russian).
3. Кафаров Э.С., Вагабов И.У., Федоров С.В. Стереоанатомический анализ артериальной системы почки человека. Пермский медицинский журнал. 2015;32(2):63–9 [Kafarov ES, Vagabov IU, Fedorov SV Stereoanatomical analysis of arterial system in human kidney. Perm Medical Journal. 2015;32(2):63–9] (in Russian).
4. Лященко С.Н., Чemezov С.В., Нагорнов П.В. Новые данные по компьютерно-томографической анатомии и топографии магистральных сосудов забрюшинного пространства. Современные технологии в медицине. 2011;1:38–41 [Lyashenko SN, Chemezov SV, Nagornov PV. New data on a computer and tomographic anatomy and topography of the retroperitoneal area great vessels. Modern Technologies in Medicine. 2011;1:38–41] (in Russian).
5. Мельман С.В., Бобков В.А., Кудряшов А.П.

- Применение моделирующего комплекса для исследования методов визуальной навигации. Информатика и системы управления. 2016;№4:115–23 [Melman SV, Bobkov VA, Kudryashov AP. Investigation of visual navigation methods by using the simulation framework. Informatika i sistemy upravleniya. 2016;(50):115–23.] (in Russian). doi: 10.22250/isu.2016.50.115-123
6. Arévalo Pérez J, Gragera Torres F, Marín Toribio A, Koren Fernández L, Hayoun C, Daimiel Naranjo I. Angio CT assessment of anatomical variants in renal vasculature: its importance in the living donor. *Insights into Imaging*. 2013 Jan 26;4(2):199–211. doi: 10.1007/s13244-012-0217-5
 7. Baltacıoğlu F, Ekinçi G, Akpınar İN, Cimit NC, et al. Endovascular treatment of renal arter stenosis: technical and clinical results. *Diagn Intervent Radiol*. 2003;9(2):246–56.
 8. Boijesen E. Renal angiography: Techniques and hazards; anatomic and physiologic considerations. In: Baum S, ed. *Abrams' angiography*. 4th ed. Philadelphia: Little, Brown and Company; 1997.
 9. Cases C, García-Zoghby L, Manzorro P, Valderrama-Canales FJ, Muñoz M, Vidal M, et al. Anatomical variations of the renal arteries: Cadaveric and radiologic study, review of the literature, and proposal of a new classification of clinical interest. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*. 2017 May;211:61–8. doi: 10.1016/j.aanat.2017.01.012
 10. Majos M, Stefańczyk L, Szemraj-Rogucka Z, Elgalal M, De Caro R, Macchi V, et al. Does the type of renal artery anatomic variant determine the diameter of the main vessel supplying a kidney? A study based on CT data with a particular focus on the presence of multiple renal arteries. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2017 Oct 5;40(4):381–8. doi: 10.1007/s00276-017-1930-z
 11. Rastogi N, Sahani DV, Blake MA, Ko DC, Mueller PR. Evaluation of Living Renal Donors: Accuracy of Three-dimensional 16-Section CT. *Radiology*. 2006 Jul;240(1):136–44. doi: 10.1148/radiol.2401050780

Поступила в редакцию 29.10.2019

Received 29.10.2019

Принята в печать 28.02.2020

Accepted 28.02.2020

Для цитирования: Колсанов А.В., Назарян А.К., Воронин А.С., Гелашвили О.А. Изучение вариантной анатомии почечных артерий с помощью КТ-ангиографии. *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2020; 9(1): 43–48. doi: 10.18499/2225-7357-2020-9-1-43-48

For citation: Kolsanov A.V., Nazaryan A.K., Voronin A.S., Gelashvili O.A. Variant anatomy of the renal arteries: a computed tomography angiography study. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2020; 9(1): 43–48. doi: 10.18499/2225-7357-2020-9-1-43-48