



## НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ЗОНАЛЬНОГО И СЕГМЕНТАРНОГО СТРОЕНИЯ ПОЧКИ ЧЕЛОВЕКА

<sup>1</sup>Кафаров Э.С., <sup>2</sup>Зенин О.К.

<sup>1</sup>Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Грозный; <sup>2</sup>Пензенский государственный университет, Пенза, Россия, e-mail: edgar-kafaroff@yandex.ru

### Для цитирования:

Кафаров Э.С., Зенин О.К. Новая концепция зонального и сегментарного строения почки человека. Морфологические ведомости. 2022;30(3):651. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.2022.30\(3\).651](https://doi.org/10.20340/mv-mn.2022.30(3).651)

**Резюме.** До настоящего времени отсутствует единая точка зрения о доле, зональном и сегментарном строении артериального дерева почки. Нет общепризнанного подхода в определении признаков, по которым почку делят на доли и/или сегменты. До сих пор ведется дискуссия относительно деления почечной артерии на дочерние ветви. Цель исследования состояла в установлении вариантов индивидуальной анатомической изменчивости внутриорганного артериального русла почки с учетом зональной и сегментарной топографии. Были изучены 116 коррозионных препаратов артериальной системы почки человека. В 3D-проекциях исследовали количество артериальных сосудов в воротах почки, топографо-анатомические особенности стволов почечных артерий в воротах почки, варианты деления почечных артерий, зоны локального кровоснабжения участков вещества почки в зависимости от вариантов деления почечной артерии на ветви 2-го и 3-го порядков. Исследование проведено с использованием методов цифровой визуализации, обработки цифровых изображений и соответствующего программного обеспечения. В результате установлено, что почечная артерия может делиться на две (двухзональная система кровоснабжения почки) и три (трехзональная система кровоснабжения почки) зональные артерии. В случае двухзональной системы почечная артерия делится на вентральную и дорсальную ветви (54,2% случаев), а также на верхнюю полусную и нижнюю полусную зональные ветви (15,5% случаев). В случае трехзональной системы установлены следующие варианты деления почечной артерии. Первый вариант - на верхнюю полусную, вентральную и дорсальную зональные ветви (в 13,3% случаев); 2-й вариант - на вентральную, дорсальную и нижнюю полусную зональные ветви (в 9,4% случаев); 3-й вариант - на две вентральные и одну дорсальную зональные ветви (в 5,1% случаев) и 4-й вариант на верхнюю полусную, центральную и нижнюю полусную зональные артерии (в 2,5% случаев). Результаты исследования убедительно свидетельствуют о необходимости пересмотра распространенного представления о пятисегментном строении почки у человека.

**Ключевые слова:** почка; вариантная анатомия; артерии почки; сегменты почки; цифровая анатомия

Статья поступила в редакцию 03 марта 2022

Статья принята к публикации 09 июля 2022

## A NEW CONCEPT OF ZONAL AND SEGMENTAL STRUCTURE OF THE HUMAN KIDNEY

<sup>1</sup>Kafarov ES, <sup>2</sup>Zenin OK

<sup>1</sup>Kadyrov Chechen State University, Grozny; <sup>2</sup>Penza State University, Penza, Russia, e-mail: edgar-kafaroff@yandex.ru

### For the citation:

Kafarov ES, Zenin OK. A new concept of zonal and segmental structure of the human kidney. Morphologicheskie Vedomosti – Morphological newsletter. 2022;30(3):651. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.2022.30\(3\).651](https://doi.org/10.20340/mv-mn.2022.30(3).651)

**Summary.** To date, there is no single point of view on the lobar, zonal and segmental structure of the arterial tree of the kidney. There is no generally accepted approach in determining the signs by which the kidney is divided into lobes and/or segments. There is still a discussion regarding the division of the renal artery to daughter branches. The aim of the study was to establish variants of individual anatomical variability of the intra-organ arterial bed of the kidney, taking into account zonal and segmental topography. 116 corrosive preparations of the arterial system of the human kidney were studied. In 3D projections, the number of arterial vessels in the hilum of the kidney, topographic and anatomical features of the trunks of the renal arteries in the hilum of the kidney, variants of division of the renal arteries, zones of local blood supply to areas of the substance of the kidney, depending on the variants of division of the renal artery into branches of the 2nd and 3rd orders. The study was carried out using digital visualization methods, digital image processing and appropriate software. As a result, it was found that the renal artery can be divided into two (two-zonal system of blood supply to the kidney) and three (three-zone system of blood supply to the kidney) zonal arteries. In the case of a bizonal system, the renal artery divides into ventral and dorsal branches (54,2% of cases), as well as superior polar and inferior polar zonal branches (15,5% of cases). In the case of a three-zone system, the following options for the division of the renal artery have been established. The first option - on the upper polar, ventral and dorsal zonal branches (in 13,3% of cases); 2nd option - on the ventral, dorsal and lower polar zonal branches (in 9,4% of cases); 3rd variant - on two ventral and one dorsal zonal branches (in 5,1% of cases) and 4th variant on the superior pole, central and inferior pole zonal arteries (in 2,5% of cases). The results of the study convincingly indicate the need to revise the widespread idea of the five-segment structure of the human kidney.

**Keywords:** kidney; variant anatomy; kidney arteries; kidney segments; digital anatomy

Article received 03 March 2022

Article accepted 09 July 2022

**Введение.** Важное значение для хирургии имеет знание вариантов сегментарного строения почки и наличия так называемых малососудистых зон [1-9]. Исследованию сегментарного строения, а также ангиоархитектоники русла почки посвящено большое количество работ [1, 10-14]. Однако, до настоящего времени, отсутствует единая точка зрения о доле-вом, зональном и сегментарном строении артериального дерева почки. Отсутствуют и общепризнанные подходы в определении критериев, по которым почку делят на доли и/или сегменты. До сих пор ведется дискуссия относительно деления почечной артерии на дочерние ветви. В настоящее время наибольшее распространение получила пятисегментная концепция строения почки, согласно которой выделяют верхний сегмент, верхний передний, нижний передний, нижний и задний сегменты [15-18]. При этом под сегментом подразумевают участок вещества почки, который обеспечивает кровью сегментарная артерия. В итоге пять сегментарных артерий определяют наличие пяти сегментов почки. Однако, предыдущее первое издание Международной анатомической номенклатуры (2011) не приводит такого термина как «сегментарная артерия» артериального русла почки. Традиционно сегментарной называют ветвь 2-го или 3-го порядка, т.е. первый или второй уровень деления почечной артерии - а. renalis. Почечная артерия в большинстве случаев делится на две ветви - вентральную и дорсальную. Но возможны также варианты, при которых почечная артерия делится на три ветви.

В учебниках анатомии представлена пятисегментная модель почки [15-18, 20]. Почечная артерия делится на вентральную и дорсальную ветви. Далее вентральная ветвь делится на артериальные сосуды, которые обеспечивают кровью сегменты почки. Причем вентральная ветвь независимо от типа ветвления (магистральной или рассышной) распадается на четыре артерии 3-го порядка, т.е. сегментарные, идущие к четырем почечным сегментам. Дорсальная ветвь, обеспечивает кровью единственный задний сегмент почки т.е. фактически становится сегментарной. За-

тем она, как и вентральная распадается на несколько ветвей третьего порядка, которые исходя из принципов ди- или трихотомии, должны называться междолевыми или сегментарными артериями. Однако, это правило на дорсальную артерию не распространяется. Эти противоречия определили цель настоящей работы.

**Цель исследования:** установить варианты индивидуальной анатомической изменчивости внутриорганного артериального русла почки с учетом зональной и сегментарной топографии.

**Материалы и методы исследования.** Материалом для исследований послужили 116 физических 3D-моделей артериального русла почек человека, полученные в ходе реализации научного проекта № 18-29-09118 на средства гранта РФФИ [21]. Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинской декларации (1997-2000 гг.), Конвенции Совета Европы о правах человека и биомедицине (1997 г.), положениями ВОЗ, Международного кодекса медицинской этики (1983 г.), правилами Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных исследованиях и других целях [22], а также действующим законодательством РФ. Дизайн исследования был реализован в 6 основных этапов:

1 этап - коррозионные препараты изготавливали с использованием полимерной рентгенконтрастной композиции [23]. Готовые препараты сканировали с помощью микротомографа BRUKER SkyScan 1178 и фотографировали с помощью цифрового фотоаппарата Sony Cyber-shot DSC-RX10M 4 Black. Критерии включения - препараты почек, полученные при аутопсии случаев обоего пола в возрасте от 28 до 74 лет при гибели от случайных причин, не связанных с повреждением сосудистого русла. Критерии исключения - возраст меньше 28 и больше 74 лет, механические повреждения почки, наличие в анамнезе заболеваний, вызывающего повреждение сосудистого русла, визуально обнаруженные деформации и аномалии сосудистого русла;

2 этап - на коррозионных препаратах и 3D-томограммах артериального русла

препаратов почек определяли количество артерий в воротах почки, топографию артерий в воротах почки, варианты деления почечных артерий в трехмерной проекции;

3 этап - с использованием компьютерной программы Mimics-8.» исследовали проекцию артерий почки во фронтальной, горизонтальной и сагиттальной плоскостях;

4 этап - определяли зоны локального кровоснабжения участков вещества почки в зависимости от ди- и трихотомического вариантов деления почечной артерии - а. renalis (I). Под термином «зона почки» понимали участок вещества почки, который обеспечивается кровью ветвью почечной артерии второго порядка – зональной артерией (II), принимая основной ствол почечной артерии за сосуд первого порядка а. renalis (I). Под термином «почечный сегмент» понимали участок вещества почки, в котором располагается ветвь почечной артерии третьего порядка или а. interlobaris (III). Под термином «зона естественной делимости» понимали участок вещества почки, где встречаются мелкие разветвления зональных артерий, но они не пересекаются или не переходят свои границы;

5 этап - путем совмещения трехмерных изображений пятисегментной модели почки с трехмерными изображениями полученных вариантов зон естественной делимости создавали их мультимодальные паттерны [24]. При слиянии трехмерных паттернов соответственно пятисегментной модели почки и полученных вариантов зон естественной делимости почки устанавливали соответствие между элементами исходных изображений и выбором аналогичных активных точек. Слияние изображений проводилось путем постепенного совмещения обработанных изображений по активным точкам;

6 этап - статистическая обработка, проверка нормальности распределения осуществлялась методом Шапиро-Уилка, рассчитывались групповые показатели описательной статистики, для нормального распределения - средняя арифметическая (M), стандартное отклонение (SD), минимум (min) и максимум (max) значений в выборке, для иного распределения опре-

деляли медиану (Me), нижний (Q1) и верхний квартили (Q3, коэффициент вариации, 95% ДИ [25].

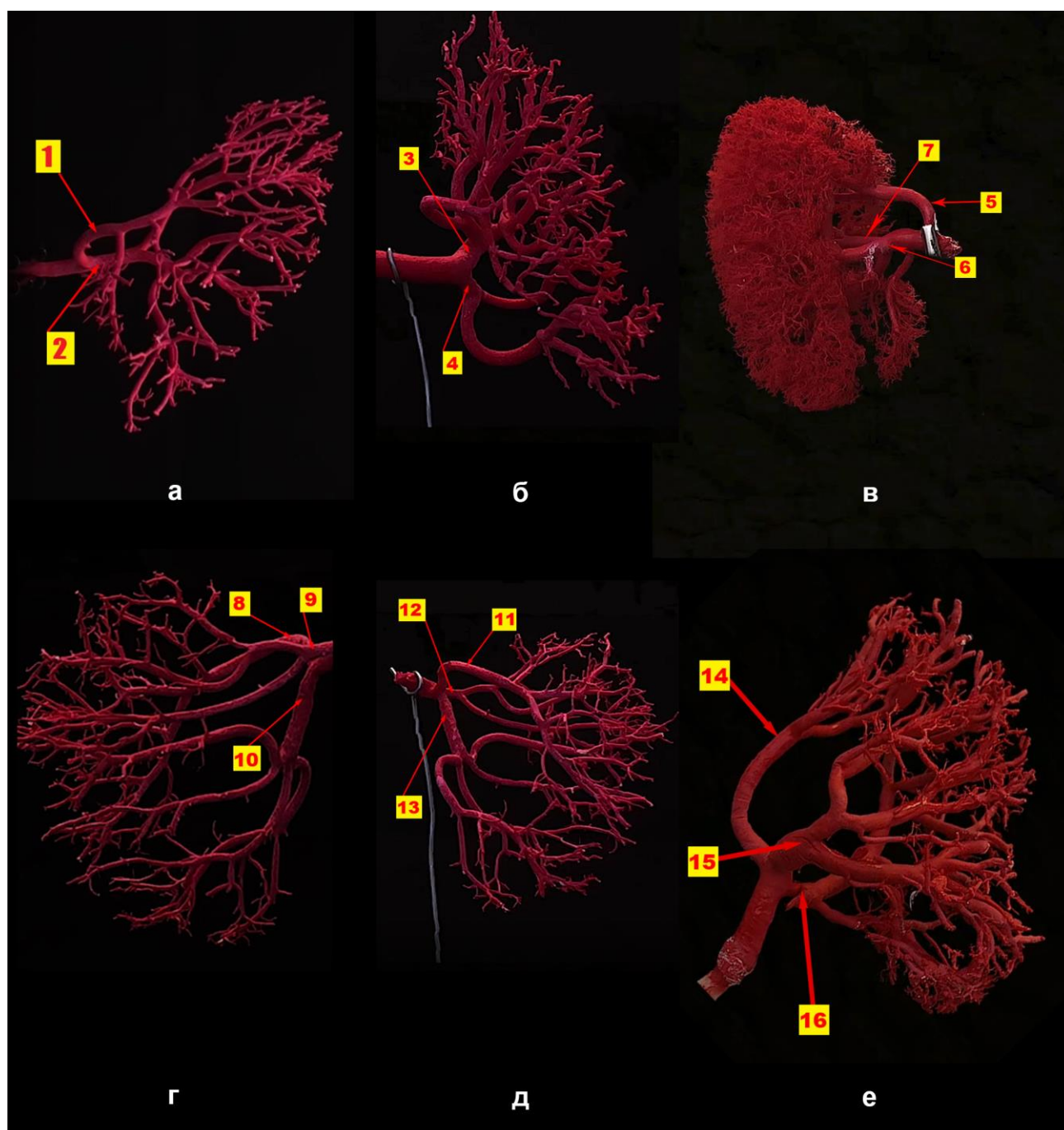
**Результаты исследования и обсуждение.** В зависимости от варианта деления а. renalis (I) в воротах почки на сосуды 2-го порядка – зональные артерии, были выделены следующие группы случаев:

- первая группа с дихотомическим вариантом деления почечной артерии – почки с двухзональной системой кровоснабжения (вентральная и дорсальная зоны почки) (рис. 1-а); (верхне-полюсная и нижне-полюсная зоны почки) (рис. 1-б);

- вторая группа с трихотомическим вариантом деления почечной артерии – почки с трехзональной системой кровоснабжения (нижне-полюсная, верхне-передняя и верхнезадняя зоны почки (1); верхне-полюсная, нижне-передняя и нижнезадняя зоны почки (2); верхне-полюсная, нижне-полюсная и центральная зоны почки (3), рис. 1-в – 1-е.

Обнаружено, что в 81 случае из 116 препаратов а. renalis делится на 2 зональные ветви. При этом деление а. renalis относительно фронтальной плоскости на вентральную и дорсальную ветви обнаружено в 63 препаратах (рис. 1-а). У 18 моделей препаратов почечная артерия делилась относительно горизонтальной плоскости на верхнюю полюсную и нижнюю полюсную ветви (рис. 1-б).

У 35 моделей препаратов а. renalis делилась на три зональные ветви. У 15 препаратов а. renalis относительно фронтальной и горизонтальной плоскости делилась на верхнюю полюсную, вентральную и дорсальную зональные ветви (рис. 1-в). В 11 случаях а. renalis, относительно фронтальной и горизонтальной плоскости, делилась на вентральную, дорсальную и нижнюю полюсную зональные ветви (рис. 1-г). В 6 случаях почечная артерия, относительно фронтальной плоскости, делилась на две вентральные и одну дорсальную зональные ветви. У трех препаратов почечная артерия делилась на верхнюю полюсную, центральную и нижнюю полюсную зональные артерии (рис. 1-д – 1-е).



**Рис. 1.** Коррозионные препараты артериального русла почки человека. Обозначения: а – двухзональная система кровоснабжения (мужчина, 58 лет): 1 – вентральная ветвь почечной артерии, 2 – дорсальная ветвь почечной артерии; б – двухзональная система кровоснабжения (мужчина, 53 года): 3 – верхне-полюсная ветвь почечной артерии, 4 – нижне-полюсная ветвь почечной артерии; в – трехзональная система кровоснабжения (женщина, 59 лет): 5 – верхне-полюсная ветвь почечной артерии, 6 – вентральная ветвь почечной артерии, 7 – дорсальная ветвь почечной артерии; г – трехзональная система кровоснабжения (мужчина, 72 года): 8 – вентральная ветвь почечной артерии, 9 – дорсальная ветвь почечной артерии, 10 – нижне-полюсная ветвь почечной артерии; д – трехзональная система кровоснабжения (женщина, 73 года): 11 – верхняя вентральная ветвь почечной артерии, 12 – нижняя вентральная ветвь почечной артерии, 13 – дорсальная ветвь почечной артерии; е – трехзональная система кровоснабжения (мужчина, 76 лет): 14 – верхне-полюсная ветвь почечной артерии, 15 – центральная ветвь почечной артерии, 16 – нижне-полюсная ветвь почечной артерии

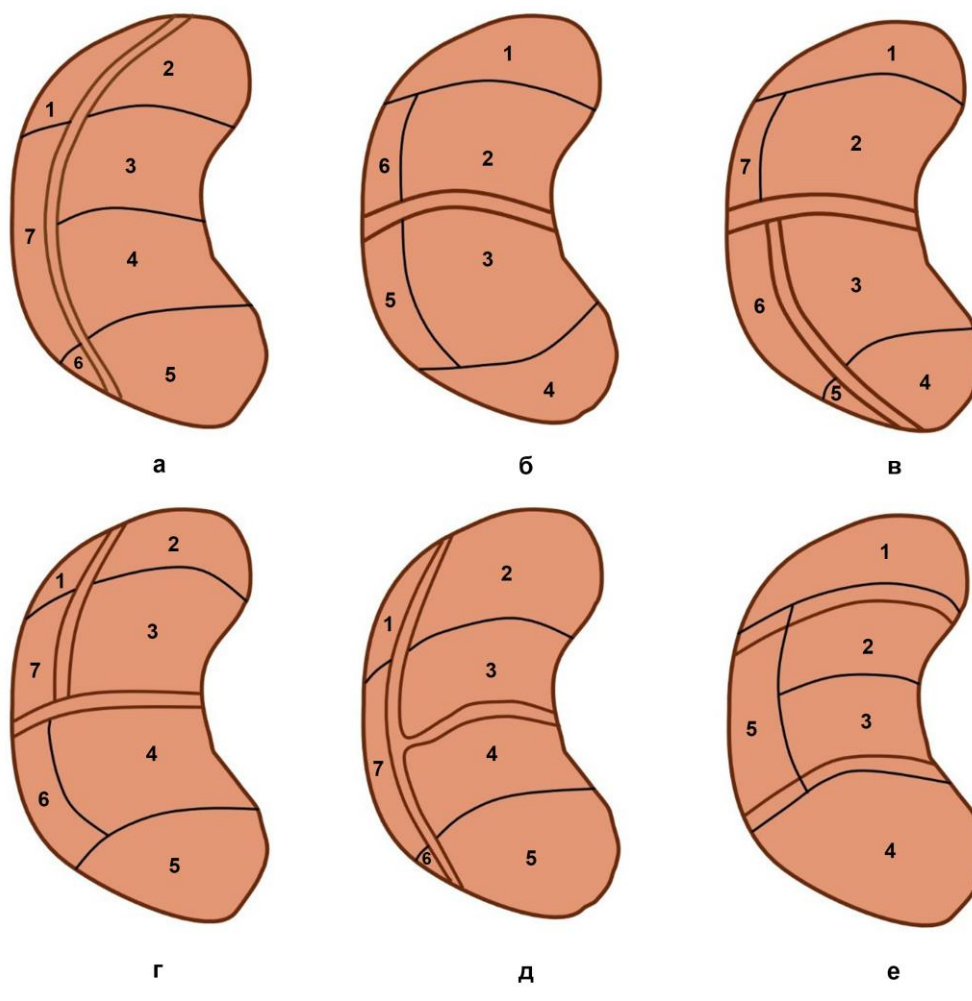
В дальнейшем для определения зон естественной делимости почек был проведен трехмерный анализ типов ветвления внутриорганный артериальный русла почки, с количественным определением артерий 3-го и 4-го порядков и участков их распределения в веществе почки. Наиболее многочисленной оказалась группа коррозийных препаратов, в которых почечная артерия, относительно фронтальной плоскости, делилась на вентральную и дорсальную зональные ветви, ее составили 63 препарата. Далее вентральная зональная ветвь (II), разветвлялась на  $3 \pm 1$  междолевых сосуда 1-го порядка или aa. interlobares-I (III), в которых каждая ветвь отдавала 3-8 сосуда 4-го порядка aa. interlobares-II (IV). Дорсальная зональная ветвь (II) делилась на  $3 \pm 1$  междолевых сосуда 1-го порядка – aa. interlobares-I (III), с отхождением от каждой ветви 3-7 междолевых сосудов 2-го порядка aa. interlobares-II (IV), формируя таким образом бассейн для дорсальной части почки и ее полюсов. При делении почечной артерии на вентральную и дорсальную зональные ветви, зона естественной делимости почки проходит по ее латеральному краю. Она начинается от верхнего угла почечного синуса, направляется вверх, затем по верхнему полюсу почки спускается вниз к нижнему углу, отступая примерно на 0,5 см кзади от выпуклого края почки, и замыкается в нижнем углу почечного синуса (рис. 1-а, 2-а). Верхне-полюсная зональная ветвь делится на  $4 \pm 1$  междолевых сосуда 1-го порядка aa. interlobares-I (III) и отдает 4-8 междолевых ветвей 2-го порядка aa. interlobares-II (IV). Эти сосуды обеспечивают кровью вентральные и дорсальные участки верхнего полюса почки. Нижне-полюсная зональная артерия делится на ( $M \pm SD$ )  $3 \pm 1$  междолевых сосуда 1-го порядка. Каждая артерия отдает 4-6 ветвей 2-го порядка – «aa. interlobares-II» (IV), кровоснабжая вентральные и дорсальные участки нижнего полюса почки.

При варианте деления почечной артерии на вентральную, дорсальную и верхнюю полюсную зональные ветви, первая зона естественной делимости почки проходит по передней поверхности почки в поперечном направлении. Далее она пе-

реходит через выпуклый край почки на заднюю поверхность и доходит до медиального края. Вторая зона естественной делимости почки начинается от первой, отступая примерно на 0,5 см кзади от латерального края почки, направляется вниз по ее выпуклому краю и доходит до нижнего угла ворот почки (рис. 1-в, 2-в). Вентральная зональная ветвь делится на  $3 \pm 1$  междолевых сосуда 1-го порядка aa. interlobares-I (III). В дальнейшем эти сосуды дают начало 3-5 междолевым артериям 2-го порядка aa. interlobares-II (IV), которые обеспечивают кровью вентральные отделы верхнего полюса почки. Дорсальная зональная ветвь делится на  $3 \pm 1$  междолевых сосуда 1-го порядка aa. interlobares-I (III) и отдает 1-5 междолевых сосудов 2-го порядка aa. interlobares-II (IV), распределяясь в задних отделах верхнего полюса почки. Нижняя полюсная зональная артерия (II) делится на  $2 \pm 1$  междолевых сосуда 1-го порядка aa. interlobares-I (III), которые образуют 3-6 сосудов 2-го порядка aa. interlobares-II» (IV) в переднем и заднем участках нижнего полюса почки.

Первая зона естественной делимости почки проходит по передней поверхности почки в поперечном направлении, от медиального ее края и середины передней губы к латеральному краю почки. Далее она переходит через латеральный край почки на заднюю поверхность и доходит до медиального края. Вторая зона естественной делимости почки начинается от первой, отступая примерно на 0,5 см кзади от латерального края почки, направляется вверх по ее выпуклому краю и доходит до верхнего угла ворот почки (рис. 1-г, 2-г).

При варианте деления почечной артерии на верхне-полюсную и нижне-полюсную зональные ветви, зона естественной делимости почки проходит по передней поверхности почки от медиального ее края и середины передней губы к латеральному краю почки. Далее она переходит через выпуклый край почки на заднюю поверхность и доходит до медиального края (рис. 1-б, 2-б). Вентральная зональная ветвь делится на  $3 \pm 1$  междолевых сосуда 1-го порядка aa. interlobares-I (III). В дальнейшем междолевые сосуды 1-



**Рис. 2.** Сегментарная модель почки. Обозначения: 2-а: 1 – задний верхне-полюсной сегмент, 2 – передний верхне-полюсной сегмент, 3 – верхне-передний сегмент, 4 – ниже-передний сегмент, 5 – передний ниже-полюсной сегмент, 6 – задний ниже-полюсной сегмент, 7 – задний сегмент; 2-б: 1 – верхне-полюсной сегмент, 2 – верхне-передний сегмент, 3 – ниже-передний сегмент, 4 – ниже-полюсной сегмент, 5 – задний нижний сегмент, 6 – задний верхний сегмент; 2-в: 1 – верхне-полюсной сегмент, 2 – верхне-передний сегмент, 3 – ниже-передний сегмент; 4 – передний ниже-полюсной сегмент; 5 – задний ниже-полюсной сегмент, 6 – задний нижний сегмент, 7 – задний верхний сегмент; 2-г: 1 – задний верхне-полюсной сегмент, 2 – передний верхне-полюсной сегмент, 3 – верхне-передний сегмент, 4 – ниже-передний сегмент, 5 – ниже-полюсной сегмент, 6 – задний нижний сегмент, 7 – задний верхний сегмент; 2-д: 1 – задний верхне-полюсной сегмент, 2 – передний верхне-полюсной сегмент, 3 – верхне-передний сегмент, 4 – ниже-передний сегмент, 5 – передний ниже-полюсной сегмент, 6 – задний ниже-полюсной сегмент, 7 – дорсальный сегмент; 2е: 1 – верхне-полюсной сегмент, 2 – верхне-передний сегмент, 3 – ниже-передний сегмент, 4 – ниже-полюсной сегмент, 5 – дорсальный сегмент

го порядка образуют 3–6 междолевых артерий 2-го порядка. Последние обеспечивают кровью вентральные отделы нижнего полюса почки. Дорсальная зональная ветвь делится на  $3 \pm 1$  междолевых сосудов 1-го порядка, которые дают начало 1–6 междолевым сосудам 2-го порядка, располагаясь в задних отделах нижнего полюса поч-

ки. Верхне-полюсная ветвь делится на  $4 \pm 1$  междолевых сосудов 1-го порядка. Последние дают начало 3–7 артериям 2-го порядка aa. interlobares-II (IV), которые проводят кровь к вентральным и дорсальным отделам верхнего полюса почки.

При варианте деления *a. renalis* на две вентральные и одну дорсальную зональные артерии (II), вентральные зональные ветви (II) делятся на  $3 \pm 1$  междолевых сосуда 1-го порядка *aa. interlobares-I* (III) с ответвлением от них 5–7 междолевых сосудов 2-го порядка *aa. interlobares-II* (IV). Они формируют два артериальных бассейна для вентральных отделов верхнего и нижнего полюсов почки. Дорсальная зональная артерия (II), делится на  $2 \pm 1$  междолевых сосуда 1-го порядка *aa. interlobares-I* (III), от которых отходят 3–5 междолевых сосудов 2-го порядка *aa. interlobares-II* (IV). Они формируют артериальный бассейн для дорсальной половины почки. Первая зона естественной делимости почек проходит в продольном направлении по ее латеральному краю, начинаясь от верхнего угла почечного синуса, направляется вверх, затем по верхнему полюсу почки спускается вниз к нижнему, отступая примерно на 0,5 см кзади от выпуклого ее края и замыкаясь в нижнем углу почечного синуса. Вторая зона естественной делимости почки проходит в поперечном направлении, начинаясь на передней поверхности от центральных отделов продольной линии, далее направляется медиально к воротам почки. На задней поверхности зона естественной делимости также начинается от центральных отделов продольной линии, далее направляется в поперечном направлении в сторону ворот почек (рис. 1-д, 2-д).

При делении почечной артерии *a. renalis* на верхнюю полюсную, центральную и нижнюю полюсную зональные артерии (II), все ветви делятся на  $3 \pm 1$  междолевых сосуда 1-го порядка *aa. interlobares-I* (III) и 4–5 междолевых сосудов 2-го порядка *aa. interlobares-II* (IV). Сосуды бассейна верхне-полюсной зональной ветви располагаются в вентральных и дорсальных отделах верхнего полюса почки. Сосуды центральной зональной ветви обеспечивают кровью соответствующие отделы центральной области почек. И, наконец, сосуды нижней полюсной зональной артерии проводят кровь в нижний полюс почки на вентральной и дорсальной поверхностях. Установлено, что первая зона естественной делимости почки проходит

от центральных отделов ворот почки, начинается от передней губы, далее следует латерально и в косо-восходящем направлении обходит верхний полюс почки, переходит через ее латеральный край на заднюю поверхность верхнего полюса. На задней поверхности эта линия спускается в косо-нисходящем направлении, направляется медиально и идет к воротам почки. Вторая зона естественной делимости почки проходит от центральных отделов ворот почки, начинается от передней губы, далее следует латерально и в косо-нисходящем направлении обходит нижний полюс почки, переходит через ее латеральный край на заднюю поверхность у нижнего полюса. На задней поверхности указанная линия поднимается в косо-восходящем направлении, идет медиально и также направляется к воротам почки (рис. 1-е, 2-е).

В ходе исследования установлено наличие шести основных вариантов деления почечной артерии. Первый вариант (рис. 1а) – это деление почечной артерии на вентральную и дорсальную зональную ветви (54,2% случаев). Зона естественной делимости почки проходит по ее латеральному краю, начинается от верхнего угла почечного синуса, следует вверх, затем направляется по верхнему полюсу почки, делит верхне-полюсной участок еще на два сегмента. Далее спускается к нижнему полюсу почки, делит данный участок на два сегмента, отступая примерно на 0,5 см кзади от латерального края. При этом варианте почка может быть разделена на семь сегментов: задний верхне-полюсной; передний верхне-полюсной; верхне-передний; нижне-передний; передний нижне-полюсной; задний нижне-полюсной; задний (рис. 2-а).

Второй вариант (рис. 1-б) – это деление почечной артерии на верхнюю полюсную и нижнюю полюсную зональные ветви (15,5% случаев). Зона естественной делимости почки проходит по передней поверхности почки от медиального края и середины передней губы к латеральному краю. Далее переходит через латеральный край почки на заднюю поверхность, делит задний участок еще на два сегмента и доходит до медиального края. При таком

варианте почка имеет шесть сегментов: верхне-полусной; верхне-передний; нижне-передний; нижне-полусной; задний верхний; задний нижний (рис. 2-б).

Третий вариант (рис. 1-в) – это деление почечной артерии на вентральную, дорсальную и верхнюю полусную зональные ветви (13,3% случаев). Первая зона естественной делимости почки проходит по передней поверхности почки в поперечном направлении от медиального ее края и середины передней губы к латеральному краю. Далее она переходит через латеральный край почки на заднюю поверхность, делит задний участок еще на два сегмента и доходит до медиального края. Вторая зона естественной делимости почки начинается от первой, отступая примерно на 0,5 см кзади от латерального края почки, направляется вниз по ее латеральному краю, делит нижний полусной сегмент еще на два сегмента и доходит до нижнего угла ворот почки. При этом варианте почка имеет шесть сегментов: верхне-полусной; верхне-передний; нижне-передний; передний нижне-полусной; задний нижне-полусной; задний верхний; задний нижний (рис. 2-в).

Четвертый вариант (рис. 1-г) – это деление почечной артерии на вентральную, дорсальную и нижнюю полусную зональные ветви (II) (9,4 % случаев). Первая зона естественной делимости почки проходит по передней поверхности почки в поперечном направлении, от медиального ее края и середины передней губы к латеральному краю. Далее переходит через латеральный край почки на заднюю поверхность, делит задний участок еще на две части, доходит до медиального края. Вторая зона естественной делимости почки начинается от первой, отступая примерно на 0,5 см кзади от латерального края почки, направляется вверх по ее латеральному краю, доходит до верхнего полусного сегмента, делит его на две части и доходит до верхнего угла ворот почки. При таком варианте почка состоит из семи сегментов: передний верхне-полусной; задний верхне-полусной; верхне-передний; нижне-передний; нижне-полусной; задний нижний; задний верхний (рис. 2-г).

При пятом варианте (рис. 1-д) происходит деление почечной артерии на две вентральные и одну дорсальную зональные ветви (II) (5,1% случаев). Первая зона естественной делимости проходит в продольном направлении по ее латеральному краю. Она начинается от верхнего угла почечного синуса направляется вверх. Затем она по верхнему полюсу почки спускается вниз и делит верхний и нижний полусные сегменты еще на две части. После чего она отступает примерно на 0,5 см кзади от латерального края и замыкается в нижнем углу почечного синуса. Вторая зона естественной делимости почки проходит в поперечном направлении соответствуя границе между верхним передним и нижним передним сегментами. На задней поверхности зона естественной делимости начинается от центральных отделов продольной линии, далее направляется в сторону ворот почки. При этом варианте почка состоит из семи сегментов: передний верхне-полусной; задний верхне-полусной; верхне-передний; нижне-передний; передний нижне-полусной; задний нижне-полусной; дорсальный (рис. 2-д).

Шестой вариант (рис. 1-е) – почечная артерия делится на верхнюю полусную, центральную и нижнюю полусную зональные ветви (II) (2,5 % случаев). Первая зона естественной делимости почки, проходит от центральных отделов ворот почки, начинается от передней губы, проходит соответственно границе между верхним полусным и верхним передним сегментам. Вторая зона естественной делимости почки проходит от центральных отделов ворот почки, начинается от передней губы, далее направляется соответственно границе между нижним передним и нижним полусным сегментам. На дорсальной поверхности почки обе зоны естественной делимости соответствуют границам между верхним полусным, дорсальным и нижним полусным сегментам. При таком варианте почка состоит из пяти сегментов: верхне-полусной; верхне-передний; нижне-передний; нижне-полусной; дорсальный (рис. 2-е). Как видно, только при этом варианте деления по-

почечной артерии имеет место классическое пятисегментное строение почки.

**Заключение.** Проведенное исследование подтверждает возможность деления почечной артерии на две (двухзональная система кровоснабжения почки) и три (трехзональная система кровоснабжения почки) зональные артерии. В случае двухзональной системы возможны варианты деления на вентральную и дорсальную ветви (54,2 % случаев), а также на верхнюю полюсную и нижнюю полюсную зональные ветви (15,5 % случаев). В случае трехзональной системы кровоснабжения возможны следующие варианты деления почечной артерии: 1 вариант – почечная артерия делится на верхнюю полюсную, вентральную и дорсальную зональные

ветви (13,3% случаев); 2 вариант – почечная артерия делится на вентральную, дорсальную и нижнюю полюсную зональные ветви (9,4% случаев); 3 вариант – почечная артерия делится на две вентральные и одну дорсальную зональные ветви (5,1% случаев); 4 вариант – почечная артерия делится на верхнюю полюсную, центральную и нижнюю полюсную зональные артерии (2,5% случаев). Таким образом, результаты исследования убедительно свидетельствуют о необходимости пересмотра положения о пятисегментном строении почки.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант РФФИ № 18-29-09118.

## Литература

## References

1. Buettner R, Baumgartl H, Konle T et al. A Review of Virtual Reality and Augmented Reality Literature in Healthcare. 2020 IEEE Symposium on Industrial Electronics & Applications (ISIEA). IEEE, TBD, Malaysia 2020:1–6. DOI: 10.1109/ISIEA49364.2020.9188211
2. Chien LC, Wakil M, Nguyen J et al. The American Association for the Surgery of Trauma Organ Injury Scale 2018 update for computed tomography-based grading of renal trauma: a primer for the emergency radiologist. *Emerg Radiol.* 2020;27(1):63–73. DOI: 10.1007/s10140-019-01721-z
3. Kang L, Zhou Z, Huang J et al. Renal tumors segmentation in abdomen CT Images using 3D-CNN and ConvLSTM. *Biomedical Signal Processing and Control.* 2022;72:103334. DOI: 10.1016/j.bspc.2021.103334
4. Zhang H, Hung C-L, Min G et al. GPU-Accelerated GLRLM Algorithm for Feature Extraction of MRI. *Sci Rep.* 2019;9(1):10883. DOI: 10/gn3w9d
5. Glybochko PV, Alyaev YuG. *Gidronefroz: rukovodstvo.* – Moskva: GEOTAR-Media, 2011.– 202s. In Russian
6. Alyaev YuG, Sirota ES, Bezrukov EA, Ali SKh. 3D-tehnologii v planirovanii i navigatsii laparoskopicheskikh operatsiy patsientov s konkretnymi pochkami i mochetochkami. *Urologiya.* 2019;(4):9–15. DOI: 10.18565/urology.2019.4.9–15. In Russian
7. Alyaev YuG, Fiev DN, Petrovsky NV, Khokhlachev SB. Ispol'zovanie intraoperatsionnoy navigatsii pri organosokhranyayushchikh khirurgicheskikh vmeshatel'stvakh po povodu opukholi pochki. *Onkourologiya.* 2014;8(3):31–36. DOI: 10.17650/1726-9776-2012-8-3-31-36. In Russian
8. Gadzhiev NK, Britov VP, Grigor'ev VE, Mazurenko DA. Sozdanie autentichnoy modeli chashechno-lokhanochnoy sistemy pochki patsientov dlya trenirovki dostupa pri perkutannoy nefrolitotomii pri slozhnykh formakh kamney pochek. *Eksperimental'naya i klinicheskaya urologiya.* 2017;(2):52–56. In Russian
9. Urazov DF, Demin DB, Lyashchenko SN. Laparoskopicheskaya khirurgiya ob'emnykh obrazovaniy pochek. Kak uluchshit' rezul'taty? *Orenburgskiy meditsinskiy vestnik.* 2020;1(29):35–39. In Russian
10. Cases C, Garcia-Zoghby L, Manzorro P 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;211:61–68. DOI: 10/f96fsc
11. Macchi V, Picardi EEE, Porzionato A et al. Integration of anatomical and radiological analysis suggests more segments in the human kidney: Anatomico-Radiological Study of the Renal Segments. *Clin Anat.* 2019;32(1):46–52. DOI: 10/gn3w8x
12. Mishra GP, Bhatnagar S, Singh B. Anatomical Variations of Upper Segmental Renal Artery and Clinical Significance. *JCDR.* 2015;9(8):AC01–AC03. DOI: 10.7860/JCDR/2015/12326.6280
13. Kafarov ES, Vagabov IU, Zenin OK. Variantnaya anatomiya i tryokhmerno-kolichestvennyy analiz istochnikov formirovaniya segmentarnykh artery pochek. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy Povolzhskiy region. Meditsinskie nauki.* 2020;(4):64–74. DOI: 10.21685/2072-3032-2020-4-6. In Russian
14. Kolsanov AV, Chaplygin SS, Yaremin BI. Problemy variantnoy anatomii pochechnykh artery. *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy.* 2017;(12):1655–1657. In Russian
15. Paulsen F, Böckers TM, Waschke J. *Sobotta Anatomy Textbook.* 1st ed. Elsevier: Munich, 2019. 840pp
16. Standring S (ed). *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice.* 42nd ed. Elsevier: London, 2021. 1606pp
17. Gaivoronsky IV. *Normal'naya anatomiya cheloveka v 2 t. T. 1. – 10-e izd. – Sankt-Peterburg: SpetsLit, 2020. – 671s.* In Russian
18. Sapin MR, Nikolenko VN, Nikityuk SV, Chava DB. *Anatomiya cheloveka: uchebnik v 2 t. T. 2. – Moskva: GEOTAR-Media, 2021. – 464s.* In Russian
19. Federative international program on anatomical terminologies (ed). *Terminologia anatomica: international anatomical terminology.* 2nd ed. – Thieme: Stuttgart, 2011. 292pp
20. Spratt J, Salkowski L, Loukas M et al. *Weir & Abrahams' Imaging Atlas of Human Anatomy.* 6th ed. – Elsevier: London, 2020. 288pp
21. Zenin O, Kafarov ES, Vezirkhanov AZ i dr. *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh № 2021622332. Baza dannykh tsifrovyykh KT-videofaylov vnutriorgannogo sosudistogo rusla pochki cheloveka. Zayavka № 2021622255. Data postupleniya 25 oktyabrya 2021 g. Zaregistrirovano v Reestre baz dannykh 29 oktyabrya 2021 g.* In Russian.
22. Council of Europe. *Explanatory report on the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes.* The Council; Manhattan Pub. Co.: Strasbourg-Croton-NY, 1986. 12pp

23. Kafarov ES, Dmitriev AV, Zenin OK i dr. *Novaya polimernaya rentgenkontrastnaya kompozitsiya dlya izgotovleniya korroziionnykh anatomicheskikh preparatov. Vestnik novykh meditsinskih tekhnologiy. Elektronnoe izdanie. 2021;15(4):121-125. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-3-7. In Russian*
24. Gavrilov N, Belokamenskaya A. *Organizatsiya potokovykh vychisleniy na GPU v zadache stereovizualizatsii tomogrammm. V kn.: Vysokoproduktivnye parallel'nye vychisleniya na klasternykh sistemakh: mat-ly X mezhdunarodnoy konferentsii.- 2010.- S. 58-61. In Russian*
25. Lyakh YuE, Gur'yanov VG, Khomenko VN, Panchenko OA. *Osnovy komp'yuternoy biostatistiki: analiz informatsii v biologii, meditsine i farmatsii statisticheskim paketom MedStat. Papakitsa E.K.: 2006.- 214s.- In Russian*

Авторы заявляют об отсутствии каких-либо конфликтов интересов при планировании, выполнении, финансировании и использовании результатов настоящего исследования

The authors declare that they have no conflicts of interest in the planning, implementation, financing and use of the results of this study

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Кафаров Эдгар Сабирович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией, Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова, Грозный, Россия;  
**e-mail:** edgar-kafaroff@yandex.ru

**Edgar S. Kafarov**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Normal and Topographic Anatomy with Operative Surgery, Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russia;  
**e-mail:** edgar-kafaroff@yandex.ru

**Зенин Олег Константинович**, профессор, доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии человека, Пензенский государственный университет, Пенза, Россия;  
**e-mail:** zen.olegz@gmail.com

**Oleg K. Zenin**, Professor, Doctor of Medical Sciences, Professor of Human Anatomy Department, Penza State University, Penza, Russia;  
**e-mail:** zen.olegz@gmail.com