

О. А. Каплунова

СРАВНИТЕЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
О КРОВЕНОСНЫХ СОСУДАХ ПОЧЕК

Изучение кровоснабжения почек в сравнительно-анатомическом аспекте представляет несомненный интерес для выяснения особенностей васкуляризации этого органа, связанных с образом жизни животных разных видов и характером обменных процессов в их организме. Однако в литературе нет специальных работ, посвященных кровоснабжению почек рыб и рептилий, далеко не полные сведения имеются об анатомии вне- и внутриорганных сосудов почек некоторых амфибий и птиц (Ярмак, 1958; Бурачинский, 1964; Валишин, 1968; Валева, 1971; Wideman, Braun, Anderson, 1981). Только отдельные работы посвящены кровоснабжению почек некоторых видов млекопитающих (Trueta et al., 1947; Дианова, 1957; Хаимов, Устинов, Калашникова, Журавлева, 1964; Бурачинский, 1978; Caselias, Mimran, 1979; Pfaller, Rittinger, 1980; Beeuwkes, 1980).

Мы попытались установить основные черты организации кровоснабжения почек у представителей пяти классов позвоночных (рыбы, амфибии, рептилии, птицы, млекопитающие), изучить источники кровоснабжения почек и пути оттока венозной крови, а также характер распределения в почках сосудов артериального и венозного русла. Материал подбирался так, чтобы каждый класс представляли разные отряды животных. Рыбы: хрящевые — колючая акула (*Squalus acanthias*) — 2; костистые — щука (*Esox lucius*) — 6; сазан (*Cyprinus carpio*) — 12, лещ (*Abramis brama*) — 20, карась золотистый (*Carassius carassius*) — 4, красноперка (*Scardinius erythrophthalmus*) — 4; тарань (*Rutilus rutilus heckeli*) — 4, толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*) — 20, чехонь (*Pelecus cultratus*) — 16, судак (*Lucioperca lucioperca*) — 4, окунь (*Perca fluviatilis*) — 6, ставрида (*Trachurus trachurus*) — 18, морской окунь (*Sebastes marinus*) — 4, барабулька (*Mallus barbatus*) — 6. Амфибии: обыкновенная жаба (*Bufo bufo*) — 4, озерная лягушка (*Rana ridibunda*) — 60, прудовая лягушка (*R. esculenta*) — 6, травяная лягушка (*R. temporaria*) — 4, болотная лягушка (*R. terrestris*) — 4. Рептилии: прыткая ящерица (*Lacerta agilis*) — 20; скальная ящерица (*L. saxicola*) — 6, зеленая ящерица (*L. viridis*) — 4; сетчатый питон (*Python reticulatus*) — 4; удав (*Boa constrictor*) — 20, обыкновенный уж (*Natrix natrix*) — 2; степная черепаха (*Testudo horsfieldi*) — 2, кавказская черепаха (*T. graeca*) — 2, болотная черепаха (*Emys orbicularis*) — 2. Птицы: курица (*Gallus domesticus*) — 6, бронзовая индейка (*Meleagris gallopavo*) — 8, сизый голубь (*Columba livia*) — 6, чайка серебристая (*Larus argentatus*) — 10, чайка речная (*L. ridibundus*) — 12, канюк (*Buteo buteo*) — 4, пустельга (*Falco tinnunculus*) — 2, белая сова (*Nyctea scandiaca*) — 2, сойка (*Pica pica*) — 2, галка (*Corvus monedula*) — 8, ворона (*C. corone*) — 10. Млекопитающие: грызуны — крыса (*Ratus norvegicus*) — 16, морская свинка (*Cavia porcellus*) — 4, ондатра (*Ondatra zibethica*) — 4; зайцеобразные — кролик (*Oryctolagus cuniculus*) — 8; хищные — собака (*Canis familiaris*) — 10, енотовидная собака (*Nyctereutes procyonoides*) — 6, волк (*Canis lupus*) — 2, кошка (*Felis domesticus*) — 20, лисица (*Vulpes vulpes*) — 8, лев (*Felis leo*) — 4; китообразные — дельфин-белобочка (*Delphinus delphis*) — 2; парнокопытные — свинья (*Sus scrofa*) — 10, овца (*Ovis arics*) — 16, бык (*Bos taurus*) — 14, антилопа канна (*Taurotragus oryx*) — 2; непарнокопытные — лошадь (*Equus caballus*) — 12; обезьяны — королевская гверца сатана (*Colobus polykomos satanas*) — 4, шимпанзе (*Pan troglodytes*) — 6. Всего исследованы 484 почки: рыбы — 126, амфибии — 78, рептилии — 62, птицы — 70, млекопитающие — 148. При исследовании использовали комплекс методик: препаровка, инъекция, коррозия, рентгеноангиография, макромикроскопия, гистология, биометрия. Достоверность видовых различий диаметра клубочков почечных телец, капилляров перитубулярной сети и их количество на 1 мм² ткани почки определяли вариационно-статистическим методом (Монцевичюте-Эрингене, 1964).

У хрящевых и костистых рыб в почку проникают 3—6 артерий, которые берут начало от межреберных артерий. Затем эти артерии дихотомически делятся вплоть до веточек, дающих начало приносящим артериолам клубочков почечных телец. Последние находятся главным образом в каудальном отделе почки, краниальный отдел состоит из лимфоидной ткани. Измерения диаметра клубочков почечных телец и их числа на 1 мм² почечной ткани позволяют говорить об относительно больших диаметрах и большем их количестве на 1 мм² почечной ткани в почках пресноводных рыб по сравнению с таковыми морских. Выносящие артериолы клубочков почечных телец разветвляются на перитубу-

булярную капиллярную сеть (рис. 1). Венозная система почек рыб представлена приносящими и выносящими венами. Приносящие (воротные) вены образуются в результате деления хвостовой вены и, вступая в почку, несут кровь к перитубулярной капиллярной сети. Из последней формируются задние кардинальные вены, выносящие венозную кровь и сегментальные вены, впадающие в сегментальные межреберные вены.

У амфибий в кровоснабжении почки участвуют от 3 до 6 пар мочеполовых артерий, отходящих от спинной аорты. Эти артерии разделяются на вентрально расположенную половую и дорсально идущую почечную

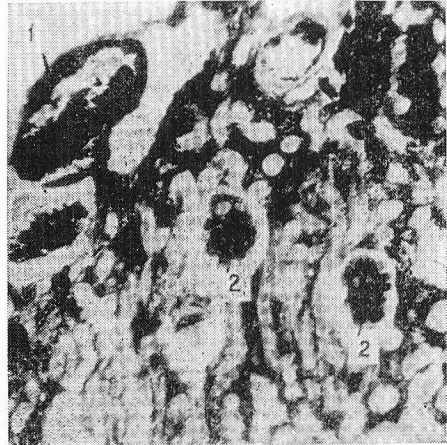
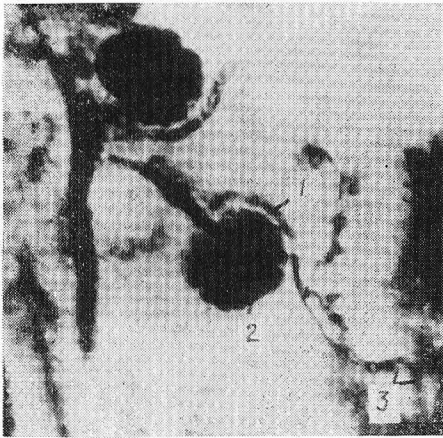


Рис. 1. Участок почки толстолобика (просветленный препарат, инъекция сосудов черной тушью; об. 8, ок. 15):

1 — выносящая артериола; 2 — клубочки почечных телец; 3 — перитубулярные капилляры.

Рис. 2. Участок почки прудовой лягушки (просветленный препарат, инъекция сосудов черной тушью; об. 8, ок. 4):

1 — выносящие вены на вентральной поверхности почки; 2 — клубочки почечных телец.

ветви. Почечные артерии, подойдя к латеральному краю почки, разделяются на ветви первого и второго порядков, которые погружаются в ткань почки и образуют клубочки почечных телец. Эти клубочки в почке расположены рядами вблизи ее вентральной поверхности. Однако выделить корковое и мозговое вещество в почке прудовой лягушки не представляется возможным (рис. 2). Почечные артерии кровоснабжают клубочки почечных телец, выносящие артериолы которых дают начало сети перитубулярных капилляров синусоидного типа, а почечная воротная вена разветвляется на ветви, приносящие кровь к этим же капиллярам. Из последних формируются выносящие вены, вливающиеся в каудальную полую вену.

Сравнивая полученные данные о кровоснабжении почек рыб и амфибий, необходимо отметить, что у амфибий намечается концентрация клубочков почечных телец вдоль вентральной поверхности почки, тогда как у рыб они расположены в почечной ткани равномерно. Проведенные измерения некоторых элементов микроциркуляторного русла (клубочков почечных телец, приносящих и выносящих артериол клубочков почечных телец, перитубулярных капилляров) и сопоставление данных о частоте клубочков почечных телец и перитубулярных капилляров на 1 мм^2 почечной ткани дают основание отметить более интенсивную васкуляризацию почечных телец и канальцев у амфибий по сравнению с рыбами.

У змей к каждой почке от спинной аорты направляется по одной артерии, которые делятся на краниальную и каудальную ветви. От них берут начало внутريدольковые артерии, число которых соответствует числу долек почки: у питона 26—30, у удава 14—18, у ужа 19—25. У ящерицы и черепахи к каждой почке подходят 3—4 почечных артерии, ко-

торые ответвляются от ствола спинной аорты, от бедренной или седалищной артерий.

У птиц к трехдольчатой почке подходят три артерии. При этом краниальная артерия берет начало от спинной аорты, средняя и каудальная являются ветвями седалищной или бедренной артерий.

У изученных рептилий и птиц клубочки почечных телец имеют значительно меньший диаметр, чем у амфибий. Вместе с тем у рептилий

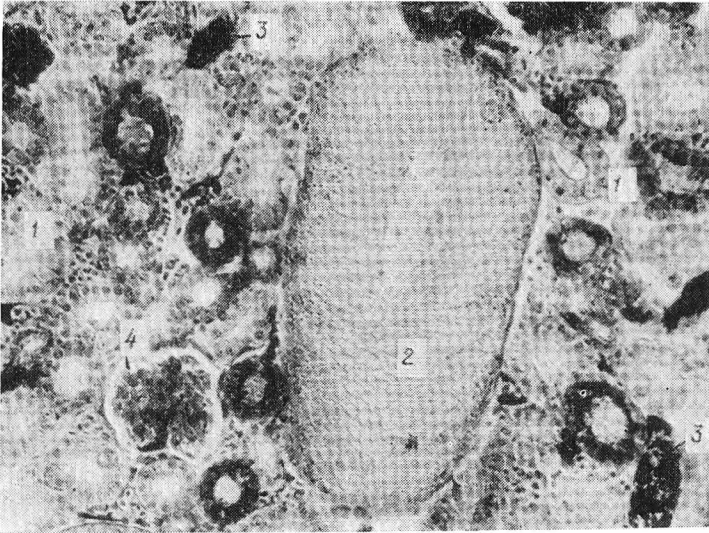


Рис. 3. Участок почки обыкновенного ужа (инъекция сосудов черной тушью, окраска гематоксилин-эозином; об. 16, ок. 10):

1 — мочевые канальцы коркового вещества; 2 — то же, мозгового вещества; 3 — перитубулярные капилляры; 4 — клубочки почечных телец.

и птиц наблюдается более интенсивное кровоснабжение почечных канальцев, чем у амфибий. У птиц по сравнению с амфибиями и рептилиями увеличивается число перитубулярных капилляров в 2 раза, а по сравнению с рыбами — в 5 раз. Можно предполагать, что такая значительная плотность капилляров на 1 мм^2 почечной ткани у птиц связана с увеличением функциональной нагрузки на канальцы почек, обусловленной особенностями образа жизни, на что указывают исследования Х. С. Коштойнц (1940). У рептилий и птиц начинается дифференцировка почечной ткани на корковое и мозговое вещество (рис. 3, 4).

Исследования показали, что у рептилий и птиц разветвляющаяся в почке воротная вена переходит в перитубулярную капиллярную сеть, из которой формируются выносящие почечные вены, впадающие в заднюю полую вену. Кроме того, рентгеноангиографическим методом было установлено, что не все ветви воротной почечной вены проходят через почку, а часть их сразу впадает в каудальную полую вену. Это указывает на ослабление значения воротной вены у птиц.

Почки млекопитающих снабжают кровью единичные почечные артерии, ответвляющиеся от спинной аорты. Установлено, что топография ветвей первого и второго порядков почечной артерии зависит от типа строения почек. У млекопитающих, имеющих гладкие однососочковые почки (грызуны, хищные, парнокопытные, обезьяны), в воротах почек артерии делятся на вентральные и дорсальные ветви первого порядка, разветвляющиеся на 4—10 ветвей второго порядка. При наличии множественных отдельных почек (дельфин), множественных слитых почек (бык) или гладких многососочковых почек (свинья) число ветвей второго и третьего порядков соответствует числу долек почек.

У млекопитающих наблюдается четкое разделение почечной ткани на корковое и мозговое вещество (рис. 5). В пограничной зоне почки

расположены дугообразные сосуды, от которых берут начало как междольковые артерии, направляющиеся к корковому веществу, так и прямые артериолы — к мозговому (рис. 6). У млекопитающих в отличие от позвоночных других классов имеются относительно большие клубочки почечных телец с широкими приносящими и выносящими артериолами. Особенно хорошо развиты юкстамедуллярные клубочки. Вместе с тем число клубочков почечных телец на 1 мм^2 почечной ткани у мле-

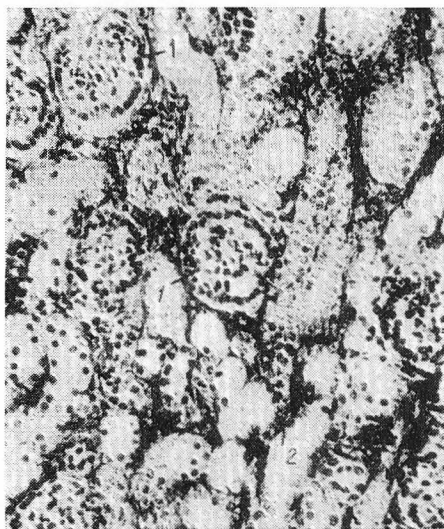
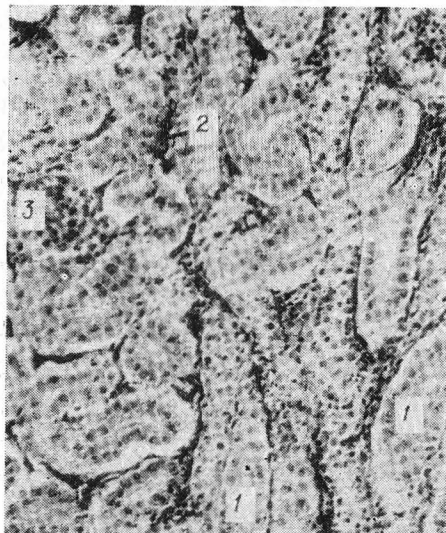


Рис. 4. Участок почки сизого голубя (инъекция сосудов черной тушью, окраска гематоксилин-эозином; об. 16, ок. 10):

1 — каналцы; 2 — перитубулярные капилляры; 3 — клубочки почечных телец.

Рис. 5. Участок почки антилопы канна (импрегнация азотнокислым серебром по Куприянову; об. 16, ок. 10):

1 — клубочки почечных телец в корковом веществе почек; 2 — перитубулярные капилляры там же.

копитающих в 2 раза больше, чем у рыб, но в 3 раза меньше, чем у амфибий и птиц, и в 2 раза меньше, чем у рептилий. У млекопитающих перитубулярные капилляры коркового и мозгового вещества наиболее широкие. Однако они не синусоидальные, как в почках рыб, амфибий и рептилий, и в 2—3 раза шире, чем таковые у птиц. Число перитубулярных капилляров на 1 мм^2 почечной ткани у млекопитающих в 4 раза больше, чем у рыб, и в 2 раза, чем у амфибий и рептилий, но несколько меньше, чем у птиц (рис. 7). Таким образом, полученные данные позволяют считать, что у млекопитающих значительно лучше кровоснабжение как коркового, так и мозгового вещества. Можно отметить, что в почках взрослых млекопитающих не выявляется воротная венозная система, а артериальная и венозная системы сосудов у них полностью разделены, что позволяет артериальной крови проходить через капиллярную сеть клубочков почечных телец и далее в сеть перитубулярных капилляров. Последние, вливаясь в венозные стволы, постепенно формируют почечную вену, которая впадает в заднюю полую вену. У млекопитающих возможен также укороченный почечный кровоток через проксимальные части междольковых артерий, юкстамедуллярные клубочки и их артериолы, прямые артериолы и венулы мозгового вещества и проксимальные части междольковых вен.

На основании данных об особенностях строения кровеносной системы почек изученных животных можно отметить, что наблюдаются изменения количества источников кровоснабжения почек: от множественных почечных артерий у рыб, амфибий, рептилий и птиц до единичных у млекопитающих. В почках рыб, амфибий, рептилий наблюдается

определенное соответствие между характером интраорганного деления почечных артерий и числом почечных долек. Различные варианты ветвления почечной артерии у млекопитающих, несомненно, связаны с особенностями их строения у различных представителей. Что касается изменений характера распределения в почках клубочков почечных телец, то они связаны с дифференцировкой ее ткани на корковое и мозговое вещество. У рыб в ткани почки клубочки почечных телец расположены равномерно; у амфибий группируются в ряды параллельно поверхности почки, с началом формирования коркового и мозгового вещества у рептилий они концентрируются в се-

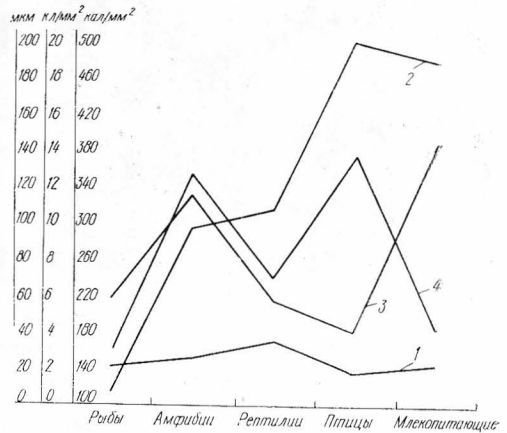


Рис. 6. Участок почки ондатры (просветленный препарат, инъекция сосудов черной тушью; об. 8, ок. 15):

1 — приносящие артериолы; 2 — выносящие артериолы; 3 — юкстамедуллярные клубочки; 4 — прямые артериолы мозгового вещества.

Рис. 7. Изменения диаметров перитубулярных капилляров и клубочков почечных телец и их частоты на 1 мм² почечной ткани у позвоночных различных классов:

1 — диаметры капилляров; 2 — количество капилляров на 1 мм²; 3 — диаметры клубочков; 4 — количество клубочков на 1 мм².



редине долек. У млекопитающих значительно улучшается кровоснабжение коркового и мозгового вещества по сравнению с другими позвоночными; в связи с четким разделением ткани почек на корковое и мозговое вещество наряду с кортикальным имеется и юкстамедуллярный путь кровообращения.

Бурачинский М. Т. Особенности кровоснабжения мочевых органов у некоторых представителей классов амфибий и птиц.— В кн.: *Вопр. коллатерального кровообращения в функционально-анатомическом и клиническом освещении*. 2-я тематическая конф. Ивано-Франковск, 1964, с. 239—241.

Бурачинский М. Т. О сегментарном распределении почечных артерий у некоторых млекопитающих.— *Вестн. зоологии*, 1978, № 4, с. 73—76.

Валева Х. Г. К сравнительной морфологии почек позвоночных животных.— *Тр. Ленингр. о-ва естествоиспытателей*, 1971, 68, № 7, с. 54—62.

Валишин Э. С. Морфология артериального русла амфибий (Проблемы морфологии нейротканевых и сосудистотканевых отношений).— В кн.: *Сб. работ по материалам заседания о-ва АГЭ Казанского мед. ин-та*. Казань, 1968, вып. 4, с. 184—189.

Дианова Е. В. Морфологические особенности артерий почек у домашних животных.— В кн.: *Строение, кровоснабжение и иннервация внутренних органов*. Волгоград, 1957, ч. 2, с. 102—107.

Коштоянц Х. С. Основы сравнительной физиологии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940.— Ч. 1.— 296 с.

- Монцевичюте-Эрингене Е. В. Упрощенные математико-статистические методы в медико-исследовательской работе.— Патология, физиология и эксперим. терапия, 1964, 4, с. 71—78.
- Хаимов Г. И., Устинов Б. А., Калашова Б. М., Журавлева И. А. Сравнительно-анатомическая характеристика артерий почек у некоторых домашних и диких животных.— В кн.: Материалы науч. конф. Андижанского мед. ин-та. Андижан, 1964, с. 445—446.
- Ярмак Д. Ф. К вопросу об артериальном кровоснабжении дольки почки в сравнительно-морфологическом освещении.— В кн.: Сб. науч. тр. ВНОАГЭ. Винница, 1958, т. 18, вып. 2, с. 76—80.
- Beeuwkes Reinier. The vascular organization of the kidney.— Ann. Rev. Physiol., 42, Palo Alto, Calif., 1980, 42, p. 531—542.
- Casellas D., Mimran A. Agglomerular pathways in intrarenal microvasculature of aged rats.— Amer. J. Anat., 1979, 156, N 2, p. 293—299.
- Pfaller W., Rittinger M. Quantitative morphology of the rat kidney.— Int. J. Biochem., 1980, 12, N 1/2, p. 17—22.
- Trueta L., Barelay A. E., Daniel P. M., a.o. Studies of the renal circulation.— Springfield: Charles Thomas, 1947, 3, p. 187.
- Wideman R. F., Braun E. J., Anderson G. L. Microanatomy of the renal cortex in the domestic fowl.— J. Morphol., 1981, 168, N 3, p. 242—267.

Ростовский мединститут

Получено 24.07.81

УДК 591.43:599.32

Х. Т. Кушхов

К МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОМУ АНАЛИЗУ ЖЕВАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НЕКОТОРЫХ ГРЫЗУНОВ И ЗАЙЦЕОБРАЗНЫХ

Характер строения и функционирования органов ротовой полости зависит от рода пищи и способа ее добывания и измельчения. Так, у растительноядных животных излюбленные виды растений и даже их части в наибольшей мере определяют видовую специфику морфофункциональных адаптаций органов ротовой полости.

Планом наших исследований предусматривается анализ этих адаптаций у млекопитающих с учетом особенностей их экологии, активности, смены питания и других черт образа жизни. В настоящем сообщении рассматриваются некоторые черты строения черепа, височно-челюстного сустава и жевательной мускулатуры нутрии (*Myopotamus coypus*), крысы (*Rattus norvegicus*) и кролика (*Oryctolagus cuniculus*).

Нельзя сказать, что литература по интересующему нас вопросу бедна. Работ немало, но большинство их посвящены либо только костям, либо суставам, либо мышцам головы какого-нибудь животного. Такое деление единого морфофункционального аппарата сужает возможности его функционального и эволюционного анализа и причинного объяснения его особенностей. Мы изучаем этот аппарат как единый комплекс.

Скелет жевательного аппарата. В состав скелета жевательного аппарата входят височная и резцовая кости, верхняя и нижняя челюсти с зубным вооружением. В настоящем сообщении акцентируем внимание на признаках черепа, связанных с жевательными функциями данного аппарата.

Краниометрия черепа проводилась по методике Е. Ф. Лискуна (1903). Данные приведены в табл. 1. Измерения проведены на 6 черепах нутрии, 8 кроликов, 5 крыс.

Показано, что базальная длина черепа зависит от степени развития его лицевого и мозгового отделов, а длина черепа — от наклона чешуи затылочной кости назад от basion. Степень же развития затылочной области в целом и чешуи затылочной кости в частности коррелирует с мощностью шейной мускулатуры, закрепленной в этой области. Из изучаемых животных самый относительно длинный череп у нутрии и кролика, грызущих твердые растения мощными резцами. У всеядной крысы череп более короткий (табл. 1). Характерно, что у нутрии и кролика жевательный аппарат значительно мощнее, чем у крысы. Степень развития затылочной и височной областей, на которых фиксируется шейная мускулатура, свидетельствует о том, что у первых двух видов