

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВАСКУЛЯРИЗАЦИИ ХВОСТА ПОЛУВОДНЫХ ГРЫЗУНОВ

Описано анатомическое строение основных сосудистых магистралей хвоста полуводных грызунов а также их ветвей. Установлено, что для сосудов хвоста характерно разделение на несколько стволов с большим количеством анастомозов между ними и артерио-венозных анастомозов. Предложены названия для новых сосудов, обнаруженных и описанных нами в ходе исследования.

Анализ исследований

Хвост полуводных грызунов изначально считался органом, всецело связанным с локомоцией животного (выполнение поворотов, стабилизация движения). После ряда физиологических исследований [3, 4, 7, 9] было установлено, что для этих животных хвост является еще и эффективным теплообменником. Известно, что в организме животных отмечается строгая взаимосвязь морфофункциональных признаков, которые отражают адаптацию вида к определенным условиям его существования. В частности, приспособительные изменения органов и частей тела животного находятся в тесной связи с особенностями строения его сосудистого русла [5]. Для правильного толкования физиологических исследований необходимо, чтобы они базировались на очень точных анатомических данных. Ознакомление с литературой позволяет сделать вывод, что основательные морфологические исследования кровеносного русла хвоста полуводных грызунов не проводились и хвост этих животных, не смотря на столь важную терморегуляторную его функцию, оставался без внимания исследователей. Это и определило задачи нашего исследования.

Цель и задачи исследования

Исследовать строение сосудистого русла хвоста полуводных грызунов, провести сравнительный анализ полученных данных.

Объекты и методика исследования

Материалом для данного исследования послужили полуводные млекопитающие, представители отряда Rodentia: ондатра (*Ondatra zibethica*), нутрия (*Myocastor coypus*), обыкновенный бобр (*Castor fiber*), водяная полевка (*Arvicola terrestris*). В работе использовались общеизвестные макроскопические методы исследований: инъекция сосудов различными массами, с последующей рентгеноангиографией и препарированием под микроскопом, зарисовкой общих схем строения артериальной и венозной систем хвоста.

Результаты исследования

Прежде чем приступить к изложению материала отметим, что нами обнаружены не описанные ранее и соответственно не имеющие названия некоторые сосуды хвоста полуводных грызунов. Поэтому мы предлагаем их наименования. Для более удобного изложения и восприятия материала, описание анатомии сосудов хвоста проводилось отдельно по артериальным и венозным магистралям.

Срединная хвостовая артерия (*a. caudalis mediana*) является продолжением срединной крестцовой артерии (*a. sacralis mediana*). Последняя, у всех исследованных нами животных, на уровне первого крестцового позвонка отходит от дорсальной стенки брюшной аорты (*a. abdominalis*) в области разделения ее на общие подвздошные артерии (*a.a. iliaca communes*). Срединная крестцовая артерия представляет собой мощный сосуд, от которого, как правило, на уровне второго (водяная полевка), второго-четвертого (ондатра), третьего-четвертого (нутрия, обыкновенный бобр) крестцовых позвонков отходят два параллельно идущие ствола приблизительно одинакового диаметра. На уровне первого хвостового позвонка срединная крестцовая артерия продолжается как срединная хвостовая артерия, сопровождаемая боковыми стволами. У полуводных грызунов это самая крупная артерия хвоста. По своему ходу до самого кончика хвоста срединная хвостовая артерия и ее боковые стволы у ондатры и водяной полевки проходят параллельно, тесно соприкасаясь между собой. Они расположены между вентральными гребнями хвостовых позвонков под слоем жира и кожей. У обыкновенного бобра и нутрии эти сосуды проходят по каналу, образованному гемальными дугами на вентральной стороне хвостовых позвонков, и образуют множество соединений (анастомозов) между собой.

На уровне каждого хвостового позвонка от срединной хвостовой артерии или от боковых ее стволов в правую и левую стороны отходят короткие сосуды среднего диаметра, которые мы предлагаем назвать – глубокие ветви срединной хвостовой артерии (*Rami profunda a. caudalis mediana*) (рис. 1 (2)). Эти ветви расположены под слоем мышц и сухожилий, соединяются с правой и левой латеральными хвостовыми артериями (*a.a. caudales laterales dextra et sinistra*) (за исключением обыкновенного бобра).

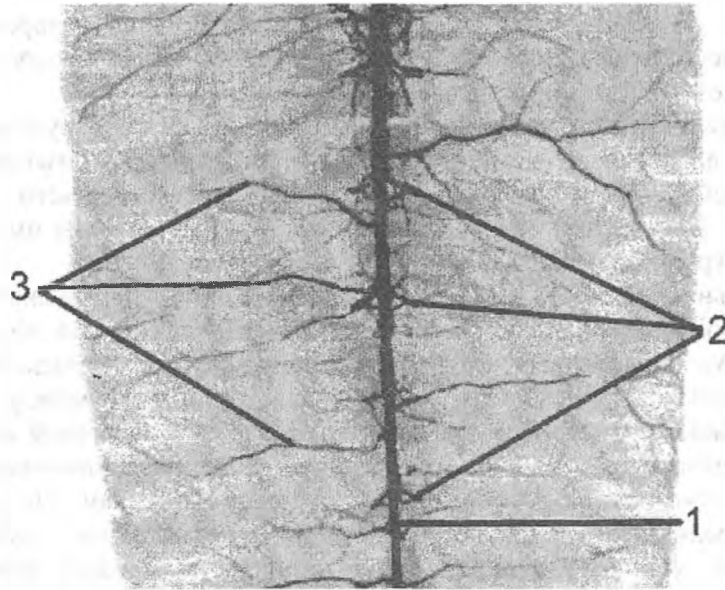


Рис. 1. Рентгенограмма артериальных сосудов хвоста обыкновенного бобра. (Инъекция красным суриком)

1. Срединная хвостовая артерия (a. caudalis mediana);
2. Глубокие ветви срединной хвостовой артерии (Rami profunda a. caudalis mediana);
3. Поверхностные ветви срединной хвостовой артерии (Rami superficiales a. caudalis mediana)

У ондатры срединная хвостовая артерия и ее глубокие ветви образуют между собой угол 45° на уровне каждого хвостового позвонка, у обыкновенного бобра и водяной полевки в проксимальном отделе хвоста этот угол составляет около 80° , а в дистальном отделе хвоста, как и у ондатры – 45° . У нутрии угол отхождения глубоких ветвей от магистрали близок к прямому на уровне каждого хвостового позвонка. Глубокие ветви срединной хвостовой артерии полуводных грызунов кровоснабжают межпоперечные вентральные мышцы хвоста (m.m. intertransversarii ventrales caudi), соединенные между собой продольными анастомозами, в следствие чего образуются вентролатеральные хвостовые артерии (a.a. caudales ventrolaterales). Вентролатеральные хвостовые артерии ондатры, обыкновенного бобра и водяной полевки имеют прямолинейный ход, а у нутрии эти артерии вдоль всего хвоста проходят в виде коротких изогнутых дуг, соединенных со срединной хвостовой артерией. Также от срединной хвостовой артерии ондатры, нутрии и водяной полевки отходят короткие сосуды среднего диаметра под углом 60° – 80° , расположенные на наружной поверхности сухожилий под кожей. Мы предлагаем назвать их – поверхностные ветви срединной хвостовой артерии (Rami superficiales a. caudalis mediana). У обыкновенного бобра поверхностные ветви срединной хвостовой артерии отходят от магистрали под углом близким

к прямому, по ходу к краям хвоста отдают ветви первого и второго порядка, разветвляясь по рассыпному типу, обильно кровоснабжают кожу и жировую ткань, из которой состоит большая часть хвоста (рис. 1 (3)).

В хвосте исследованных полуводных грызунов нами обнаружены артерио-венозные анастомозы гломусного типа. У ондатры они расположены на вентральной стороне хвоста начиная со второго–третьего хвостовых позвонков, у остальных полуводных грызунов эти анастомозы мы наблюдали начиная с уровня середины хвоста.

Дорсальная хвостовая артерия (*a. caudalis dorsalis*) полуводных грызунов проходит по средней линии дорсальной поверхности хвоста до самого его кончика. Артерия среднего калибра, по своему ходу может разделяться на два сосуда одинакового диаметра, которые анастомозируют между собой. На уровне каждого хвостового позвонка от дорсальной хвостовой артерии под углом близким к прямому отходят короткие сосуды, расположенные под слоем мышц и сухожилий, к латеральным хвостовым артериям. По аналогии с ветвями срединной хвостовой артерии предлагаем назвать их – глубокие ветви дорсальной хвостовой артерии (*Rami profunda a. caudalis dorsalis*). Они кровоснабжают дорсальные межпоперечные мышцы хвоста (*m.m.intertransversarii dorsales caudi*). Как и на вентральной стороне хвоста, глубокие ветви дорсальной хвостовой артерии соединяются между собой продольными анастомозами, в результате чего образуются дорсо-латеральные хвостовые артерии (*a.a. caudales dorsolaterales*). Также от дорсальной хвостовой артерии отходят ветви к латеральным хвостовым артериям, расположенные на наружной поверхности сухожилий, которые мы предлагаем назвать – поверхностные ветви дорсальной хвостовой артерии (*Rami superficiales a. caudalis dorsalis*). У обыкновенного бобра поверхностные ветви дорсальной хвостовой артерии, как и ветви срединной хвостовой артерии, от магистрали отходят к краям хвоста под углом близким к прямому, кровоснабжая кожу и жировую ткань.

Среди полуводных грызунов артерио-венозные анастомозы гломусного типа на дорсальной стороне хвоста обнаружены нами только у ондатры в дистальном отделе хвоста.

Латеральные хвостовые артерии (*a.a. caudales laterales*) представляют собой сосуды крупного калибра. Проходят они по боковой поверхности хвоста до самого его кончика, под тонким слоем подкожной жировой ткани и кожей. По своему ходу могут поочередно разделяться на два ствола и снова соединяться в одну магистраль. Как было описано выше, латеральные хвостовые артерии ондатры, нутрии и водяной полевки на вентральной стороне хвоста соединены со срединной хвостовой артерией ее глубокими и поверхностными ветвями, а на дорсальной стороне хвоста с дорсальной хвостовой артерией через ее глубокие и поверхностные ветви.

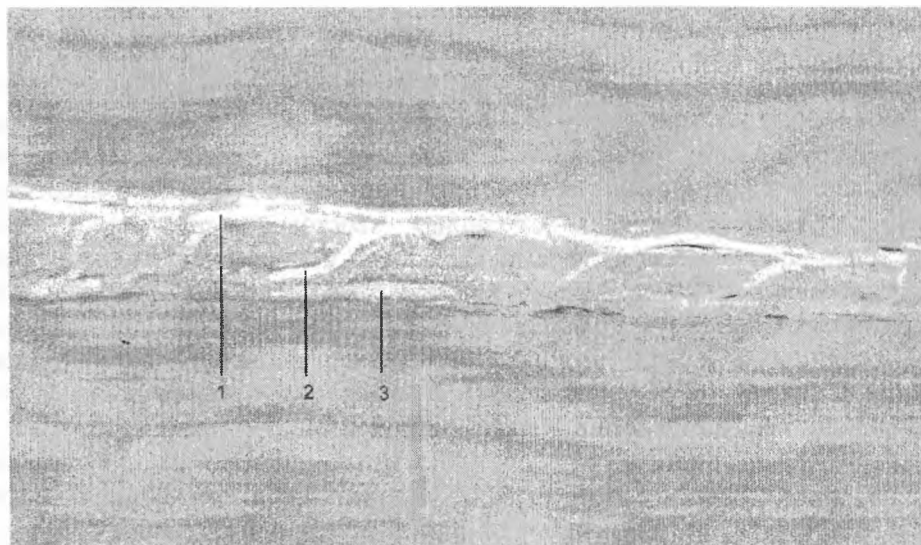
Венозный отток крови из хвоста полуводных грызунов осуществляется глубокими и поверхностными хвостовыми венами. К глубоким венам относятся: срединная хвостовая вена, вентро-латеральные и дорсо-латеральные хвостовые вены, глубокие ветви срединной и дорсальной

хвостових вен. К поверхностним венам относятся: латеральные хвостовые вены, дорсальная хвостовая вена, поверхностные ветви срединной и дорсальной хвостовых вен.

Срединная хвостовая вена (*v. caudalis mediana*) образуется из нескольких стволов, соединяющихся между собой многочисленными анастомозами. Краниально диаметр срединной хвостовой вены значительно увеличивается и наибольшего диаметра она достигает при переходе в срединную крестцовую вену (*v. sacralis mediana*). Срединная хвостовая вена соединяется с латеральными хвостовыми венами короткими сосудами среднего диаметра. Сосуды расположены на уровне каждого хвостового позвонка под слоем мышц и сухожилий, мы предлагаем назвать их – глубокие ветви срединной хвостовой вены (*Rami profunda v. caudalis mediana*), другие сосуды расположены на наружной поверхности сухожилий – поверхностные ветви срединной хвостовой вены (*Rami superficiales v. caudalis dorsalis*). У обыкновенного бобра нет поверхностных ветвей, сопровождающих одноименные артерии, а на вентральной поверхности его хвоста под кожей проходит подкожная хвостовая вена, в виде мощной магистрали с боковыми ветвями, образуя по всей поверхности хвоста густую венозную сеть. Подкожная хвостовая вена собирает кровь из кожи и жировой ткани и впадает в срединную хвостовую вену в области выхода ее из первой гемальной дуги. Вентро-латеральные хвостовые вены проходят рядом с одноименными артериями и собирают кровь из вентральных межпоперечных мышц хвоста.

Дорсальная хвостовая вена (*v. caudalis dorsalis*) полуводных грызунов, как правило, образуется из нескольких стволов и по мере приближения к проксимальной части хвоста увеличивается в диаметре (рис. 2 (1)). На уровне каждого хвостового позвонка дорсальная хвостовая вена соединяется с латеральными хвостовыми венами под углом близким к прямому посредством сосудов, расположенных под слоем мышц и сухожилий, которые предлагаем назвать – глубокие ветви дорсальной хвостовой вены (*Rami profunda v. caudalis dorsalis*), а также посредством сосудов, расположенных на наружной поверхности сухожилий, которые предлагаем назвать – поверхностные ветви дорсальной хвостовой вены (*Rami superficiales v. caudalis dorsalis*) (рис. 2 (2)). У обыкновенного бобра нет поверхностных ветвей дорсальной хвостовой вены, сопровождающих одноименные артерии. Вены на дорсальной поверхности хвоста расположены так же, как и на вентральной поверхности и образуют хорошо видимую сеть мелких сосудов.

Поверхностный венозный отток крови из хвоста ондатры, нутрии и водяной полевки осуществляется, в основном, за счет латеральных хвостовых вен (*v.v. caudales laterales*) (рис. 2 (3)). У ондатры наблюдается разделение латеральных хвостовых вен, а у нутрии и водяной полевки, как правило, эти вены проходят одним мощным стволом. В проксимальном отделе хвоста правая и левая латеральные хвостовые вены вливаются во внутренние подвздошные вены (*v.v. iliaca interna*), а последние соответственно – в общие подвздошные вены (*v.v. iliaca communes*) и в заднюю полую вену (*v. cava caudalis*).



*Рис. 2. Венозные сосуды средней трети хвоста ондатры.
(Инъекция латексом):*

1. Дорсальная хвостовая вена (*v. caudalis dorsalis*);
2. Поверхностные ветви дорсальной хвостовой вены (*Rami superficiales v. caudalis dorsalis*);
3. Латеральная хвостовая вена (*v. caudalis lateralis*)

Выводи

Таким образом, изучение кровеносного русла хвоста полуводных грызунов позволяет выделить ряд характерных особенностей в его строении: разделение как венозных, так и артериальных магистралей на несколько стволов, с наличием относительно большого количества анастомозов между ними, что имеет приспособительное значение посредством увеличения кровеносного русла хвоста; наличие артерио-венозных анастомозов глобусного типа, которые относят к структурам, понижающим сопротивление току крови в данной области [1]; преобладающее большинство острых углов между магистральями и их ветвями, что дает меньшую потерю давления крови в местах отхождения этих сосудов [2]; наличие хорошо развитых глубоких и поверхностных артериальных и венозных ветвей магистралей (у обыкновенного бобра поверхностные венозные ветви не повторяют ход одноименных артериальных ветвей), играющих важную роль в процессах сохранения и отдачи тепла [8].

Обращаем внимание на впервые описанные нами сосуды хвоста. Это глубокие и поверхностные ветви магистральных артерий и вен, которые в Международной ветеринарной анатомической номенклатуре [6] не дифференцированы, а представлены как – хвостовые ветви (*Rami caudales*). Это название не дает представления о топографии этих сосудов и создает определенные сложности при описании кровеносной системы хвоста

исследуемых животных. Поэтому нами были предложены следующие названия сосудов: 1) глубокие ветви срединной хвостовой артерии (Rami profunda a. caudalis mediana); 2) поверхностные ветви срединной хвостовой артерии (Rami superficiales a. caudalis mediana); 3) глубокие ветви дорсальной хвостовой артерии (Rami profunda a. caudalis dorsalis); 4) поверхностные ветви дорсальной хвостовой артерии (Rami superficiales a. caudalis dorsalis); 5) глубокие ветви срединной хвостовой вены (Rami profunda v. caudalis mediana); 6) поверхностные ветви срединной хвостовой вены (Rami superficiales v. caudalis dorsalis); 7) глубокие ветви дорсальной хвостовой вены (Rami profunda v. caudalis dorsalis); 8) поверхностные ветви дорсальной хвостовой вены (Rami superficiales v. caudalis dorsalis).

Литература

1. *Есипова И.К. и др.* Очерки по гемодинамической перестройке сосудистой стенки. – М.: Медицина, 1971 – 309 с.
2. *Ивантер Э.В., Ивантер Т.В., Туманов И.Л.* Адаптивные особенности мелких млекопитающих. – Л.: Наука, 1985. – 317 с.
3. *Сегаль А.Н.* Терморегуляция у нутрии летом при безводном содержании // Тез. докл. II Всесоюзн. научн. конференции. – Киров, 1977. – 99 с.
4. *Сегаль А.Н.* Терморегуляция у нутрии летом // Зоологический журнал. – 1978. – Т. 57. – Вып. 12. – С. 1878–1883.
5. *Туманов И.Л.* Функциональная морфология млекопитающих. – Л.: Наука, 1974. – С. 1–146.
6. Міжнародна ветеринарна анатомічна номенклатура / *В.Т. Хомич, В.С. Левчук, Л.П. Горальський та ін.* – Київ, 2005. – 387 с.
7. *Johansen R.* Heat exchange through the muskrat tail. Evidence for vasodilator nerves to the skin // *Acta physiol. Scand.* – 1962. – V. 55. – № 2/3. – P. 161–169.
8. *Roberts M.* Adrenoceptor and local modulator control of cutaneous blood flow in thermal stress // *Comp. phys. and biochem.* – 2002. – V. 313. – №. 3. – P. 485–496.
9. *Steen L., Steen J.* Thermoregulatory importance of the beaver's tail // *Comp. biochem. and physiol.* – 1965. – V.15. – № 2. – P. 267–274.