### Развитие артериальной системы позвоночных

У примитивных, дышащих жабрами позвоночных (а также у ланцетника) вся кровь от области сердца направляется вперед по брюшной аорте (*aorta ventralis*). Этот раздвоенный спереди срединный ствол, лежащий на дне глотки, отдает серию парных сосудов, которые, дугообразно загибаясь кверху по обе стороны от нее, проходят между последовательными жаберными щелями. В мембранах жабер каждая типичная **артериальная жаберная дуга** подразделяется на капилляры, где кровь насыщается кислородом. Дорсально капилляры вновь объединяются в артерии, направляющиеся к различным тканям головы и туловища. У четвероногих жабры утрачиваются, но артериальные жаберные дуги наблюдаются у каждого зародыша.

Число артериальных жаберных дуг у предков позвоночных было, вероятно, велико и изменчиво. Их очень много у ланцетника и до 15 у миксин. Однако у большинства ныне живущих челюстноротых присутствует только пять нормально развитых жаберных щелей и брызгальце, т.е. потенциально им требуется шесть пар артериальных дуг. Вначале у зародыша позвоночного эти дуги представлены обычными сосудами, напрямую соединяющими брюшную аорту со спинной. Только когда прорываются и начинают функционировать жаберные щели, здесь развиваются нарушающие непрерывность дуг капиллярные системы. У всех зародышей позвоночных артериальные дуги развиваются последовательно — спереди назад. Первая, или челюстная, дуга представляет собой у раннего зародыша единственный проток между брюшной и спинной аортами.

Возможно, у предков позвоночных была хорошо развита I артериальная жаберная дуга, восходящая позади рта. Но, хотя она и имеется у зародыша, в типичном случае ее невозможно обнаружить у взрослых ныне живущих челюстноротых. Приносящая часть этой дуги практически всегда исчезает. Выносящая часть I дуги сохраняется у хрящевых и некоторых костных рыб.

Вторая артериальная жаберная дуга до некоторой степени изменчива, но в целом устойчивее первой. Она имеет строение, типичное для хрящевых рыб, и встречается у некоторых костных рыб. В тоже время большинством лучеперых она утрачена.

У рыб III–VI дуги обычно развиты нормально и полно.

У земноводных в этой системе наблюдаются отчетливые изменения, затрагивающие даже личиночные стадии. I и II дуги исчезают на ранних стадиях развития. Остальные четыре дуги бывают представлены у взрослых хвостатых земноводных непрерывными сосудами, что связано с утратой внутренних жабер. У взрослых земноводных обычно присутствует система цельных трубчатых артериальных дуг, всегда включающая третью, четвертую и шестую их пары. Пятая дуга часто сохраняется у хвостатых амфибий, но отсутствует у лягушек и у всех взрослых амниот. У рыб дорсальные концы всех этих дуг соединяются с непрерывной спинной аортой. Однако у же у земноводных такая картина изменяется. Даже у рыб кровь, проходящая через третью дугу, в основном направляется вперед к голове, а не назад — в основной проток спинной аорты; у четвероногих единственной функцией этой дуги становится обеспечение кровью головы.

Четвертая дуга у низших четвероногих всегда представлена крупным билатерально развитым сосудом. Он называется **дугой аорты** или **системной дугой**, поскольку это основной канал, несущий кровь из сердца в тело. Пятая дуга проявляет у тетрапод тенденцию к исчезновению. Она иногда сохраняется у хвостатых земноводных, но во всех других группах может встречаться только на эмбриональных стадиях. Даже у зародыша она обычно мала и недолговечна, а бывает, что и вообще не развивается. До сих пор остается загадкой, почему четвертая, а не пятая дуга, предоставляющая более короткий и прямой путь крови, была отобрана в качестве основного канала, соединяющего сердце с органами.

Легкие снабжаются кровью через VI дугу. У личинок земноводных (и у зародышей амниот) они не функционируют. В течение личиночного периода основная часть крови, проходящая через эту дугу, поступает прямо в спинную аорту, включаясь в общий поток, идущий к органам тела. Однако, когда у земноводного (и у амниот в момент рождения или вылупления) начинают функционировать легкие, дорсальная часть VI дуги должна исчезнуть, чтобы потоки артериальной и венозной крови не смешивались. В редуцированном состоянии эта часть еще присутствует у взрослых хвостатых и безногих земноводных, гаттерии и некоторых черепах в виде боталлова протока (*ductus arteriosus*). У бесхвостых амфибий и большинства амниот она исчезает после метаморфоза или рождения.

Первичная брюшная аорта в результате только что описанных преобразований редуцируется до канала, снабжающего кровью III, IV и VI дуги. Последняя, образуя путь в легкие венозной крови, заслуживает обособленного отхождения от сердца. Действительно, у современных земноводных брюшной аорты как таковой не существует. Она расщеплена до самого основания, благодаря чему легочный ствол (*truncus pulmonalis*) отделен от остальной его части.

У амниот дальнейшее развитие артериальных дуг связано в основном с изменениями в их четвертой паре. Если на ранних этапах эволюции дуги были строго симметричны, то у амниот здесь возникает асимметрия.

Вероятно, у предков пресмыкающихся (как у лягушки) от сердца отходили два вентральных ствола — один к легким, другой — общий для пар системных дуг и сонных артерий. Однако у современных рептилий от сердца отходят уже не два, а три сосуда: 1) легочная артерия; 2) сосуд, продолжающийся только левой системной дугой и 3) сосуд правой системной дуги, от которого берут начало как обе сонные артерии, так и обе артерии передних конечностей. Эти три сосуда расположены таким образом, что на первый взгляд левая четвертая дуга должна получать из не полностью разделенного у большинства пресмыкающихся желудочка сердца преимущественно венозную кровь. Тем не менее недавние физиологические исследования показали, что на самом деле эта дуга может содержать как артериальную, так и венозную кровь. У птиц, происходящих от пресмыкающихся, близких к крокодилам, левая системная дуга исчезла, поэтому кроме легочной артерии, выходящей из правого желудочка, у них остается только один ствол, связанный с левым желудочком сердца. Он несет оксигенированную кровь к обеим сонным артериям (т.е. к голове), обеим передним конечностям и к органам тела, являясь единственной системной дугой — правым элементом исходной пары.

Преобразования артериальных дуг у млекопитающих выглядят менее сложными. Их предки рано отделились от прочих пресмыкающихся, и нет никаких оснований предполагать, что у представителей филогенетической ветви млекопитающих когда-либо встречалась система из трех артериальных стволов, подобная той, которая наблюдается у современных пресмыкающихся. Предположительно, у раннего рептилийного предка млекопитающих, как и у бесхвостых земноводных, был помимо легочной артерии один–единственный ствол, направляющий кровь из левой части желудочка к двум сонным артериям и двум системным дугам аорты. Но в двойной системной дуге здесь уже отпала необходимость, и на определенном этапе филогенеза млекопитающих правая четвертая дуга была утрачена (за исключением ее основания, сохраняющегося для подачи крови в подключичную артерию, идущую к передней конечности). Таким образом, кровоснабжение всего туловища стало осуществляться через левую из двух дуг аорты, наблюдаемых в эмбриогенезе. Как и у птиц, у млекопитающих набор системных дуг упростился, но обе эти группы различаются тем, какая дуга пары сохраняется.

У млекопитающих способ отхождения пар сонных артерий и сосудов, несущих кровь к передним конечностям, т.е. **подключичных артерий**, от дуги аорты весьма изменчив. Сонные артерии могут ответвляться от аорты по отдельности, общим основанием, одна или каждая — совместно с соседней подключичной, и, наконец, все четыре сосуда иногда начинаются единым крупным стволом.

### К причинам образования общего плечеголовного ствола у травоядных животных

Общий плечеголовной ствол является одним из самых крупных непарных артериальных сосудов организма и ответвляется от дуги восходящей аорты. Он имеется у некоторых хищных, грызунов и у большинства травоядных животных, в том числе у лошадей, крупного и мелкого рогатого скота. У человека, плотоядных и всеядных этого ствола нет, а составляющие его главные сосуды: плечеголовная, левая подключичная и у человека еще левая общая сонная артерии отходят самостоятельно от дуги аорты. Ветви общего плечеголовного ствола васкуляризируют почти всю краниальную половину тела животного, а именно: шею, голову, головной и спинной мозг, грудные конечности, стенки грудной полости, часть вентральной брюшной стенки, диафрагму и некоторые органы грудной полости.

Образование общего плечеголовного ствола у травоядных обуславливается тем, что сосуды дуги аорты располагаются у них в очень узкой части грудной клетки. Поэтому они сливаются в единый магистральный ствол. У плотоядных и всеядных, а особенно у человека, грудная клетка в этом месте значительно шире, поэтому сосуды дуги аорты у них отходят по рассыпному типу, в связи с чем общий плечеголовной ствол у них отсутствует.

### Ветвления общего плечеголовного ствола

**Плечеголовной ствол** (*truncus brachiocephalicus*) у крупного рогатого скота и лошадей отходит от дуги аорты. Он короткий и делится на **левую подключичную артерию** (*a. subclavia sinistra*), несущую кровь в левую сторону холки, шеи и левую грудную конечность, и **плечеголовную артерию** *(a. brachiocephalica*), которая кровоснабжает голову, правую сторону холки, шеи и правую грудную конечность.

От **плечеголовной артерии** отходит общий **ствол сонных артерий** (*truncus bicaroticus*), направляющий кровь к голове. У лошадей от нее, как и от левой подключичной артерии, отходят **позвоночная**, **реберно-шейная** и **глубокая шейная** **артерии**. После этого плечеголовная артерия переходит в **правую подключичную артерию** (*a. subclavia dextra*). Обе подключичные артерии посылают кровь в правую и левую половины холки и шеи. У свиней и собак плечеголовной ствол отсутствует. У них от дуги аорты отходит плечеголовная артерия для кровоснабжения головы, правой половины шеи и правой грудной конечности и левая подключичная артерия. Плечеголовная артерия у свиней отдает короткий ствол сонных артерий, а у собак обе общие сонные артерии отходят от плечеголовной артерии, после чего она продолжается как правая подключичная артерия. Порядок отхождения сосудов от подключичных артерий имеет характерные видовые отличия. Каждая подключичная артерия (правая и левая) по выходе из грудной полости огибает первое ребро и переходит в правую и левую подмышечные артерии, посылающие кровь в грудные конечности.

От правой и левой подключичной артерии отходят следующие сосуды.

1. **Реберно-шейный ствол** (*truncus costocervicalis*) кровоснабжает мышцы холки и шеи, отходит совместно с глубокой шейной и позвоночной артериями (жвачные, свиньи) либо вместе с глубокой шейной артерией (плотоядные). У лошадей реберно-шейный ствол является самостоятельной ветвью, идущей от левой подключичной или плечеголовной артерии. Служит началом **первейшей межреберной** и **дорсальной лопаточной артерий**.

Самая верхняя межреберная артерия (*a. intercostalis suprema*) является общим стволом для II–V (лошадь), III–V (свинья), I–II(III) (жвачные) **дорсальных межреберных артерий** (*aa. intercostales dorsales I–V*). От каждой межреберной артерии отходит дорсальная ветвь в мышцы позвоночного столба и спинномозговая ветвь, входящая в позвоночный канал для кровоснабжения спинного мозга.

Дорсальная лопаточная артерия (*a. scapularis dorsalis*) проходит у жвачных, собаки впереди первого, а у свиньи и лошади позади второго ребра и направляется дорсально, разветвляясь в мышцах холки.

2. **Глубокая шейная артерия** (*a. cervicalis profunda*) разветвляется в мышцах холки и шеи, затем направляется краниально и над осевым позвонком анастомозирует с затылочной и позвоночной артериями, образуя на шее вторую коллатераль. Только у лошадей она отходит слева от левой подключичной, а справа — от плечеголовной артерий. У крупного рогатого скота, свиней и собак она является ветвью правого и левого реберно-шейных стволов.

3. **Позвоночная артерия** (*a. vertebralis*) парная, следует краниально в поперечном канале шейных позвонков вплоть до атланта и отдает на пути следования мышечные ветви, спинномозговые артерии в спинной мозг. В области атланта позвоночная артерия делится на латеральную и медиальную ветви. Латеральная ветвь через межпозвоночное отверстие атланта проникает в дорсальные мышцы шеи, где анастомозирует с нисходящей ветвью затылочной артерии. Медиальная ветвь через мыщелковое отверстие проходит в черепную полость, где участвует в образовании чудесной мозговой сети.

У крупного рогатого скота и свиней позвоночная артерия отходит совместно с реберно-шейным стволом и глубокой шейной артерией, у лошадей — от плечеголовной или левой подключичной артерии, у плотоядных — является первым сосудом, отходящим от подключичных артерий.

4. **Поверхностная шейная артерия** (*a. cervicalis superficialis*) посылает веточки для мышц области подгрудка и входа в грудную полость, а также для шейных частей трапециевидной и ромбовидной мышц. У свиней от правой поверхностной шейной артерии отходит щитовидно-шейный ствол, разделяющийся на две ветви: правую поверхностную щитовидную и правую каудальную щитовидную артерии, направляющиеся щитовидной железе.

5. **Внутренняя грудная артерия** (*a. thoracica interna*) отходит от подключичных артерий близ каудального края первого ребра, следует каудально по внутренней поверхности грудины и реберных хрящей, погружаясь под поперечную грудную мышцу, доходит до шестого–седьмого ребра, отдает средостенные ветви и вентральные межреберные ветви. Ее конечным сосудом является **мышечно-диафрагмальная артерия** (*a. musculophrenica*), разветвляющаяся в зубцах реберной части диафрагмы, после чего внутренняя грудная артерия продолжается как **краниальная надчревная артерия** (*a. epigastrica cranialis*), которая кровоснабжает мышцы брюшной стенки, а у плотоядных и свиней еще молочную железу. На середине брюшной стенки краниальная надчревная артерия анастомозирует с каудальной надчревной, отходящей от наружной срамной артерии.

6. **Наружная грудная артерия** (*a. thoracica externa*) сравнительно слабо развита. Она огибает первое ребро и разветвляется в глубокой грудной мышце.

Отдав вышеназванные сосуды, правая и левая подключичная артерии переходят в подмышечные, которые являются основными источниками кровоснабжения грудных конечностей.

### К анатомии самостоятельных ответвлений от аорты у овец и крупного рогатого скота левой подключичной и плечеголовной артерий

Врожденные аномалии ответвления главных магистральных сосудов у млекопитающих, особенно отклонения от типичного ответвления, всегда представляют значительный научный интерес, так как большинство таких аномалий относится к категории атавизмов, изучая которые можно глубже понять эволюцию данного вида.

Исследования сосудов общего плечеголовного ствола, проведенные сотрудниками Ставропольского сельскохозяйственного института (овцы) и Украинской сельскохозяйственной академии (КРС), показали в ряде случаев аномалии ветвления плечеголовного ствола. У некоторых животных от аорты самостоятельно отходили левая подключичная и плечеголовная артерии.

По литературным данным, такая анатомическая структура аорты является характерной для плотоядных и всеядных. Однако последующее ветвление плечеголовной и подключичной артерий в наблюдавшихся случаях соответствовало ветвлению сосудов общего плечеголовного ствола у остальных исследованных овец и коров.

Известно, что у млекопитающих левая подключичная и плечеголовная артерии эмбрионально развиваются из четвертой жаберной дуги. У одних животных (однокопытные и жвачные) левая подключичная и плечеголовная артерии сливаются вместе и образуют общий плечеголовной ствол, а у других (плотоядные и всеядные) слияния не происходит, поэтому они отходят от аорты самостоятельно. Таким образом, самостоятельные ответвления этих сосудов от дуги аорты у овец и коров следует рассматривать как аномалии в их развитии.

### Ветвление подключичной артерии у свиней

Установлено, что схема ветвления подключичной артерии правой и левой сторон у свиней не одинакова. Так, с левой стороны первым стволом отходит глубокая шейная артерия, которая выходит из грудной полости через дорсо-вентральное отверстие второго грудного позвонка. Далее отходит поперечная шейная артерия, которая, минуя дорсо-вентральное отверстие, направляется в область холки в первом межреберье и перекрещивает с латеральной стороны глубокую шейную артерию, образуя, таким образом, на рентгенограмме своеобразное кольцо.

Позвоночная артерия ответвляется от подключичной артерии либо третьим стволом (в 40 % случаев), либо общим устьем с поперечной шейной артерией (в 60 % случаев). Передняя межреберная артерия во всех случаях отходит от глубокой шейной артерии, а не от поперечной шейной.

С правой стороны наблюдается преимущественно три варианта ветвления:

1) все три артерии (глубокая шейная, поперечная шейная и позвоночная) отходят общим устьем (16,6 % случаев);

2) глубокая шейная и поперечная шейная артерии отходят общим устьем, а позвоночная отходит вторым стволом в непосредственной близости от них (33,4 %);

3) имеется общий ствол, от которого вначале отходит позвоночная артерия, затем под острым углом ответвляется поперечная шейная (50%). Продолжением ствола является глубокая шейная артерия, от которой, в свою очередь, под еще более острым углом отделяется передняя межреберная артерия. Места прохождения остаются прежними.

Кроме того, у свиней обнаружена некоторая особенность строения позвоночной артерии. На теле эпистрофея позвоночная артерия делится на две ветви, которые вскоре снова соединяются, формируя своеобразную петлю, назначение которой пока остается неясным. После «петли» позвоночная артерия под прямым углом направляется дорсально, а в межпоперечное отверстие эпистрофея отдает 2–3 тонких ветви, которые под крылом атланта образуют анастомозы с затылочной артерией.

Таким образом видно, что подключичная артерия имеет множество вариаций. Однако во всех случаях передняя межреберная артерия отходит от глубокой шейной, а не от поперечной шейной, как указывается в руководствах по анатомии.

**Литература:**

1. *А. Ромер, Т. Парсонс, «Анатомия позвоночных»; т.2; М.: «Мир», 1992.*
2. *Научные труды Ставропольского сельскохозяйственного института; выпуск XXXIII, том 4.*
3. *Труды Ставропольского сельскохозяйственного института; выпуск 24.*
4. *Труды Донского сельскохозяйственного института; том XIII, выпуск 4.*
5. *Сборник научных трудов Украинской сельскохозяйственной академии; 1983 г.*
6. *Акаевский А.И., «Анатомия домашних животных»; М.: «Колос», 1984.*
7. *«Анатомия домашних животных», под ред. И.В. Хрусталевой; М.: «Колос», 1994.*
8. *Лебедев М.И., Зеленевский Н.В., «Практикум по анатомии сельскохозяйственных животных»; СПб.: «Агропромиздат», 1995.*