

ЭВОЛЮЦИОННАЯ МОРФОЛОГИЯ

В. Н. ЖЕДЕНОВ

**КОНЕЧНОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ НАЧАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ
АОРТЫ И ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ У ВЫСШИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ
ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА**

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 30 III 1947)

Ранее нами были показаны типы сосудов в области артериального (боталлова) протока у некоторых высших млекопитающих животных и человека, а также характер плацентарного кровообращения у них в соответствии с функциональной архитектурой ductus arteriosus и foramen ovale сердца (1,2)*. Следует полагать, что в соответствии с формой сосудов плацентарное кровообращение неодинаково (особенно в последней трети эмбрионального развития) у высших млекопитающих животных и человека и у последнего имеет свои специфические черты, приобретаемые им в результате прогрессивных эволюционных преобразований. В связи с указанным протекает и окончательная формация начальных участков аорты и легочной артерии, дефинитивная форма которых у разных групп млекопитающих животных и человека также неодинакова и заслуживает внимания с точки зрения эволюционной сравнительной анатомии.

Известно, что у плода обе половины сердца развиты более или менее равномерно. Это объясняется тем, что правая половина сердца в это время функционирует более усиленно, чем постэмбрионально, нагнетая кровь не только в легкие (спавшиеся), но одновременно через артериальный проток и в нисходящую аорту, помогая таким образом левой половине сердца, нагрузка которой в силу этого, естественно, снижается. Таким образом, в эмбриональной жизни нисходящая аорта имеет как бы два корня: один истинный и стабильный — начальный участок и дуга самой аорты, а другой временный — ствол легочной артерии совместно с артериальным протоком.

Нами установлено, что у плодов, особенно к концу беременности, развитие начальных участков аорты и легочной артерии у человека отлично от такового у животных, а именно, начальная аорта (aorta ascendens) и ее дуга (arcus aortae) у него развиты значительно сильнее, чем у животных, особенно копытных. Следовательно, можно полагать, что основной ток крови перед рождением у человека идет в нисходящую аорту в основном по дефинитивному пути — корень аорты и ее дугу; роль же легочной артерии с артериальным протоком в этом отношении не столь значительна. У животных же, и в особен-

* При этом мы отвергаем теорию Гассе (С. Hasse), принятую за основу в руководствах по эмбриологии и анатомии, об относительном якобы уменьшении проходимости (суживании) перед рождением овального отверстия и артериального протока, в силу чего достигается постепенность разобщения обеих половин сердца, а также большого и малого кругов кровообращения, что достигается, по нашему мнению, иным образом.

ности копытных, нисходящая аорта получает кровь в более или менее одинаковой мере как из восходящей аорты, так и из легочной артерии. Таким образом, у гоминид наблюдается явное преобладание одного основного и к тому же дефинитивного пути крови в нисходящую аорту (частичная эмансипация большого круга от малого уже перед рождением), а у копытных как бы два, одинаково мощных корня аорты. Хищные и обезьяны занимают промежуточное положение. Следовательно, в сравнительно-анатомическом аспекте можно видеть понижение значения легочной артерии и артериального протока для целей кровообращения большого круга в эмбриональном периоде в сторону и антропоидов вообще и гоминид в частности.

В аспекте исторического развития указанное приобретает особое значение, если учесть, что артериальный (боталлов) проток по существу представляет остаток бывшей связи 6 жаберных дуг, из которых развиваются легочные артерии, со спинной аортой, теряемой во взрослом состоянии, начиная с бесхвостых амфибий, а у млекопитающих играющих временную подсобную роль для целей эмбрионального кровообращения. В этом свете частичная потеря, уже в эмбриональном периоде, значения артериального протока у гоминид сравнительно с остальным животным миром и вызываемые этим изменения самого характера плацентарного кровообращения должны рассматриваться как прогрессивные черты в общем ходе эволюционных преобразований*.

Интересен при этом тот факт, что легочная артерия и артериальный проток у млекопитающих, возникнув за счет левой 6-й жаберной дуги (от правой сохраняется только конечная часть, идущая в правое легкое в виде правой ветви *a. pulmonalis*) и, располагаясь в основном слева же от левой дуги аорты, в то же время берут свое начало из правой половины сердца, формируя на своем ходу (справа налево) перекрестный путь с дугой аорты. Таким образом, историческая обусловленность развития левосторонних 4-й и 6-й жаберных артериальных дуг протекает в то же время одновременно с правосторонним возникновением легочной артерии при делении сердца. При функционировании последней, и особенно в эмбриональном периоде, когда ее нагрузка значительно возрастает, такой перекрестный, дугообразный, путь, естественно, функционально неудобен (правая половина сердца нагнетает кровь не справа от аорты, а слева), что, вероятно, и вызывает историческое закрепление ряда своеобразных моментов в форме и положении самого сердца: поворот правой половины сердца несколько краниально, формирование резко выраженного и выступающего выводящего конуса правого желудочка и др. Эти факторы, как показали наши наблюдения, неодинаковы для эмбрионального периода и для постэмбрионального, а также несколько отличны для гоминид и остальных млекопитающих.

Дефинитивная форма начального участка аорты, а также ее дуги, в постэмбриональный период, после закрытия артериального протока достигает своего типичного функционального развития и формы.

* Рассматривая соотношения артериального (боталлова) протока со смежными (левой и правой) ветвями легочной артерии, легко видеть неодинаковую исходную картину в аспекте истории их развития для гоминид и для остальных млекопитающих (особенно копытных). У гоминид она будет сравнительно более прогрессивной, так как дорсальный конец 6-й левой жаберной дуги (боталлов проток) даже в эмбриональном периоде теряет у них в большей степени свое историческое значение: 1) относительно более значительная его редукция (при сохранении, однако, функциональной значимости), 2) своеобразное его отношение к обеим ветвям легочной артерии (обе они у человека возникают самостоятельно, в то время как у неантропоидов совместным стволом). Таким образом, потеря связи 6-й левой жаберной артериальной дуги с дорсальной аортой, т. е. историческая редукция ее дорсального конца, у гоминид более резко выражена.

У взрослых этот участок аорты среди плацентарных имеет различный тип образования дуги, что объясняется в основном разной формой грудной полости и различным положением в ней сердца (степенью смещения влево, характером наклона его продольной оси, высотой положения основания, отношением к стенкам грудной полости и главным образом позвоночнику и др.), а также различной высотой интраперикардially расположенного начального участка аорты (*aorta ascendens*), количеством и порядком отхождения артериальных сосудов от ее дуги (*a. a. carotides comm.* и *a. a. subclaviae*) и др.

Можно последовательно различать следующие основные типы образования дуги и самой формы начального участка аорты у плацентарных*.

Однокопытные, жвачные, всеядные, мозолоногие. Характеризуются формированием слабой (пологой) дуги аорты, очень ничтожной (низкой) восходящей ее частью, на границе которых отходит краниально мощный *tr. brachio-cephalicus*, один (однокопытные, жвачные, иногда мозолоногие) или с самостоятельной *a. subclavia sin.* (всеядные, иногда мозолоногие). В пределах данной группы начальную ступень по указанным признакам занимают однокопытные и жвачные, затем идут всеядные и, наконец, мозолоногие, отличающиеся наибольшей восходящей аортой среди этой группы.

Хищные. Характеризуются формированием более или менее сильной (более крутой) дуги аорты, выраженной (но не высокой) восходящей ее частью, на границе которых отходит сильный *tr. brachio-cephalicus* с самостоятельной *a. subclavia sin.*

Крупные грызуны (заяц, кролик, морская свинка). Характеризуются формированием сильной (сравнительно крутой) дуги аорты, достаточно хорошо выраженной (сравнительно высокой) восходящей ее частью, на границе которых отходят *tr. brachio-cephalicus* с самостоятельной *a. subclavia sin.*

Стопоходящие хищные (медведь). Характеризуются формированием сильной (сравнительно крутой) дуги аорты, хорошо выраженной восходящей ее частью, на границе которых отходят сильный *tr. brachio-cephalicus* и самостоятельная *a. subclavia sin.* Восходящая аорта формирует незначительное общее расширение (вздутие) своего ствола.

Низшие узконосые обезьяны (павиан-гамадрилл, макак-лапундер, макак-резус). Характеризуются формированием сильной (крутой) дуги аорты, весьма хорошо выраженной (сравнительно высокой) восходящей ее частью, на границе которых отходят 2 или 3 сосуда: *a. aponuta* и *a. carot. com. sin.* общим устьем, а также *a. subclavia sin.* или *tr. brachio-cephalicus* и *a. subclavia sin.* Восходящая аорта формирует незначительное общее расширение (вздутие) своего ствола. На границе с нисходящей аортой иногда могут наблюдаться некоторые признаки начальной стадии ее истмуса.

Гоминиды (человек). Характеризуются формированием очень резкой (весьма крутой), специфической формы, дуги аорты с двойным изломом, очень хорошо выраженной (весьма высокой) восходящей ее частью, на границе которых отходят 3 сосуда: *a. aponuta*, *a. carot. com. sin.* и *subclavia sin.* Высокая восходящая аорта на всем своем протяжении образует ясно выраженное общее расширение (вздутие) своего ствола**. На границе с нисходящей частью дуга аорты образует резкий второй изгиб, принимающий как бы форму

* При этом мы далеки от мысли дать в этом отношении полный анализ всех существующих форм плацентарных, разнообразие среди которых весьма велико.

** Это общее расширение восходящей аорты у человека особенно четко вырисовывается у взрослых индивидуумов и еще более к старости.

излома аорты ввиду наличия здесь, с внутренней стороны, резко выраженного перешейка аорты — *isthmus aortae*. Последний формируется постэмбрионально как закономерное явление, в связи с облитерацией аортального конца артериального протока, и функционально обусловлен в соответствии со своеобразием гемо-динамических условий в области дуги аорты (1).

Рассматривая в сравнительно-анатомическом аспекте форму начального участка аорты и образование ею дуги у человека, легко видеть не только своеобразие формы данного участка, но и наличие ряда специфических черт: формирование общего расширения (вздутия) по ходу восходящей аорты, образование второго изгиба (излома) дуги, с наличием своеобразного истмуса, не наблюдаемых в столь характерной форме или вовсе отсутствующих у остальных представителей млекопитающих. Эти специфические черты в морфологии начального участка аорты у человека мы ставим в связь со своеобразием у него формы грудной клетки и грудной полости в целом, особенностью положения в ней самого сердца, а также своеобразием гемо-динамических условий кровотока при вертикальном положении тела. Все это в целом должно рассматриваться как единый общий комплекс преобразований в результате исторических изменений в общем поступательном ходе эволюции человеческого организма, где решающими факторами являются вертикальное стопохождение и рукообразные грудные конечности.

Рассматривая выше в сравнительно-анатомическом аспекте форму дуги аорты, приходится сталкиваться с вопросом о порядке (типе) отхождения из ее вершины 4 сильных артериальных стволов: парных *a. a. carotides comm.* и *a. a. subclaviae (dextrae et sinistrae)*, их сочеганий между собою*. Как известно, характер их отхождения у разных млекопитающих весьма разнообразен. Не останавливаясь здесь подробно на рассмотрении этого вопроса, мы, однако, находим нужным подчеркнуть некоторые уже более или менее ясные моменты. Так, рассмотренные выше типы начального участка аорты плохо коррелируются с типом отхождения от дуги аорты указанных 4 ветвей. К тому же, как известно, не всегда наблюдается строгая закономерная зависимость существующих 6 типов отхождения этих ветвей от характера самого отряда млекопитающих. Мы склонны считать порядок (тип) отхождения этих 4 ветвей от дуги аорты находящимся в зависимости не столько от типа самого начального участка аорты, сколько от формы краниальной (входной) части грудной клетки, соотношения с ее стенками сердца и аорты, а также своеобразия формы шеи и головы. Естественно, что ввиду резких различий в этом отношении разных групп млекопитающих будет различно и отхождение указанных сосудов. Закономерность эволюционных сдвигов в этом отношении можно с достоверностью проследить пока только у антропоидов (широконосых, узконосых и антропоморфных обезьян и человека).

Одесский сельско-хозяйственный институт

и

Институт морфологии Академии Медицинских Наук СССР

Поступило
30 III 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Жеденов, ДАН, 54, № 8 (1946). ² В. Жеденов, ДАН, 54, № 9 (1946).
³ В. Жеденов, ДАН, 55, № 1 (1947).

* Отхождение этих стволов, в случае их самостоятельности, наблюдается непосредственно друг за другом в определенном закономерном последовательном порядке. Самый первый — *a. аопупа* — отходит выше линии приращения перикарда (³), затем *a. carotis comm. sin.* и самый последний — *a. subclavia sin.*