

УДК 611.1

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВЕНОЗНОГО РУСЛА ПЕЧЕНИ У ЭМБРИОНОВ ЧЕЛОВЕКА**TRANSFORMATIONS OF LIVER'S VENOUS BED IN HUMAN EMBRYOS**

©Петренко В. М.,

д-р мед. наук, ОЛМЕ, г. Санкт-Петербург, Россия,
deptanatomy@hotmail.com

©Petrenko V.,

Dr. habil,
OLME, St. Petersburg, Russia, deptanatomy@hotmail.com

Аннотация. Бурно растущая печень эмбриона человека «разрывает» систему первичных венозных магистралей и «вставляет» в нее сеть печеночных синусоидов с образованием системы новых венозных магистралей. Столь кардинальные преобразования венозного русла печень вызывает вместе с окружающими органами, прежде всего — с надпочечниками и почками (развитие нижней полой вены), с желудком, двенадцатиперстной кишкой и поджелудочной железой (развитие воротной вены печени). Хвостатая доля печени играет ключевую роль в морфогенезе устьевых отрезков вен, нижней полой и воротной печени. Печеночные синусоиды объединяются в короткий коллектор на дорсальной поверхности хвостатой доли — дорсальный вырост правого пупочно–желточного ствола (примитивная полая вена). Ее позднее дополняет правая субкардинальная вена надпочечника. Хвостатая доля печени «фиксирует» верхний анастомоз желточных вен и «помогает» желудку редуцировать левую желточную вену под печенью с закладкой примитивной воротной вены.

Abstract. Rapid growing liver of human embryo “breaks” system of primary venous magistral and “puts” network of hepatic sinusoids in it with formation of system of new venous magistral. Liver induces such cardinal transformations of venous bed together with surrounding organs, at first — with suprarenal glands and kidneys (development of inferior vena cava), with stomach, duodenum and pancreas (development of hepatic portal vein). Caudate lobe of liver plays key role in the morphogenesis of ending segments of inferior vena cava and hepatic portal vein. Hepatic sinusoids unite into short collector on dorsal surface of the caudate lobe — dorsal diverticulum of right omphal–umbilical trunk (primitive vena cava). Later it is supplemented by right supracardinal vein of suprarenal gland. The caudate lobe “fixes” superior anastomose of umbilical veins and “helps” stomach to reduce left omphal vein under liver with bud of primitive portal vein.

Ключевые слова: вена, печень, эмбрион, человек.

Keywords: vein, liver, embryo, human.

Введение

Как известно, в печень входят 2–4 ветви воротной вены, 2–4 печеночные вены выходят из печени и впадают в нижнюю полую вену. Варианты строения этих вен давно описаны в литературе [8], но их возникновение не имеет общепринятого объяснения. Да и развитие венозного русла печени в эмбриогенезе изучено мало. В основном авторы пишут о том, что закладка печени охватывает вены: в области средней кишки, передних кишечных ворот — желточные, краниальнее — пупочные. Под печенью возникает примитивная воротная вена, а затем воротная вена печени, над печенью — примитивная полая вена, она позднее входит в состав нижней полой вены. Пупочные вены дегенерируют в той или иной мере, печеночные

балки расщепляют краниальную часть пупочных и желточных вен на сеть печеночных синусоидов, в которой расширяется крупный канал — венозный проток печени. Он соединяет нижнюю полую вену с левой пупочной веной, а она соединяется с левой ветвью воротной вены, формирующейся из подпеченочной части желточных вен и их анастомозов [1–7].

Развитие нижней поллой вены описано в литературе подробно, но очень противоречиво. С. McClure а. E. Butler [13] выделили такие части нижней поллой вены по их происхождению и топографии — печеночная, субкардинальная, почечная (супракардинально–субкардинальный анастомоз), супракардинальная, Б. М. Пэттен [5] — печеночная, брыжеечная, предпочечная (правая субкардинальная вена, субкардинальный синус) и постренальная (супракардинальная вена). J. Pillet et al. [14] дополнили указанные сегменты нижней поллой вены новыми — задняя кардинальная вена, межкардинальные анастомозы и пупочно–желточный ствол. P. Grünwald [12] ввел новый термин — «сакрокардинальные вены» (~ тазовые задние кардинальные вены). Правая сакрокардинальная вена растет краниально и формирует (а не супракардинальная вена) каудальную часть нижней поллой вены. Я неоднократно касался особенностей ее развития в эмбриогенезе человека — при описании морфогенеза некоторых вен, грудного протока и его корней [3, 9–11]. Я описал новую вену и обозначил ее как «мезокардинальная вена»: при «восхождении» тазовых почек в брюшной полости происходит резкая магистрализация продольных анастомозов поперечных соединений субкардинальных и супракардинальных вен на каждой стороне от аорты. Парная нижняя мезокардинальная вена сакрокардинальной веной или ее краниальным продолжением [12] не является, но связана с одной из ее ветвей [11]. Мезокардинальная вена занимает место задней кардинальной вены, которая вместе с брюшной частью мезонефроса смещается латерально и редуцируется. Морфогенез нижней поллой вены начинается с образования печеночного дивертикула правого пупочно–желточного ствола у эмбриона 4 нед [3–4], а не субкардинального синуса у эмбрионов 5,5–6 нед [5, 12, 13], и протекает каудально путем реорганизации притоков задней кардинальной вены при участии печеночных синусоидов. Такая перестройка первичной венозной системы является следствием регионального органогенеза, в первую очередь роста хвостатой доли печени, надпочечников и почек в связи с дегенерацией первичных почек и редукцией сопряженных с ними задних кардинальных вен в брюшной полости.

По происхождению и топографии я выделил следующие отрезки нижней поллой вены [3–4]:

1) грудной или синусный (правый пупочно–желточный ствол, впадает в венозный синус сердца);

2) диафрагмальный (дорсальный дивертикул правого пупочно–желточного ствола — примитивная полая вена);

3) печеночный (синусоиды);

4) брыжеечный (притоки правой краниальной субкардинальной вены в правой складке корня дорсального мезогастрия);

5) предпочечный (каудальный отрезок правой краниальной субкардинальной / надпочечниковой вены). Брыжеечный и предпочечный отрезки нижней поллой вены образуют ее надпочечниковый отдел. Встречный интенсивный рост хвостатой доли печени и правого надпочечника приводит к «элиминации» брыжеечного отрезка нижней поллой вены, который входит в состав ее смежных отрезков;

6) (меж)почечный — правая часть субкардинального синуса, его левая часть образует левую почечную вену;

7) започечный (правая нижняя мезокардинальная вена, соединения с субкардинальным синусом и интерсакрокардинальным анастомозом). Започечный, почечный и предпочечный отрезки составляют поясничный отдел нижней поллой вены. Супракардинальная вена становится восходящей поясничной веной [9];

8) начальный или тазовый (правая часть интерсакрокардинального анастомоза, из его левой части образуется левая общая подвздошная вена).

Развитие задней полой вены у млекопитающих животных описано в литературе также противоречиво. Согласно F. Lewis [15], у кролика задняя полая вена — это сложный сосуд, который включает сердце, общую печеночную вену (идет от сердца к печени и образована правыми пупочной и желточно-брыжеечной венами), печеночные синусоиды, краниальную часть правой субкардинальной вены и каудальную часть задней кардинальной вены. F. Lewis указал, что этот план развития задней полой вены он обнаружил также у свиньи, J. Zumstein — у крота, O. Grosseger — у летучей мыши, F. Hochstetter и J. Kollmann — у человека. F. Sabin [16] изучила морфогенез задней полой вены у свиных эмбрионов, а полученные результаты механически перенесла на человека, хотя у его эмбрионов первичные почки имеют гораздо меньшие размеры и быстрее дегенерируют [3]. F. Sabin описала предпозвоночное венозное сплетение, которое продолжается в грудную полость в виде непарной и полунепарной вен. В ретроперитонеальной области из предпозвоночного сплетения формируются восходящие поясничные вены и каудальная часть задней полой вены. С. McClure а. E. Butler [13] утверждали сходное развитие задней полой вены у кошек и нижней полой вены у человека. Они выделили следующие части задней полой вены — печеночная, субкардинальная, почечная (супракардинально-субкардинальный анастомоз), супракардинальная. Б. М. Пэттен [5] привел схемы [13], но описал такие части нижней полой вены: печеночная — желточно-брыжеечные вены, сплетения сосудов печени; брыжеечная — мелкие сосуды в складке дорсальной брыжейки между печенью и правым мезонефросом; предпочечная — правая субкардинальная вена и субкардинальный синус; постренальная — супракардинальная вена. Б. Карлсон [1] эти схемы дополняет срезами свиных эмбрионов и выделяет межпочечную часть нижней полой вены как производную субкардинального синуса, супракардинальные вены выше синуса, по его мнению, сохраняются в виде непарных вен.

По моим данным [17], задняя полая вена формируется в эмбриогенезе свиньи и овцы, как и у человека, путем реорганизации притоков брюшной части задней кардинальной вены при участии пупочных и желточных вен, печеночных синусоидов. Этот процесс перестройки первичной венозной системы у животных является, как и у человека [3–4], следствием особенностей роста хвостатой доли печени, надпочечников и почек в связи с дегенерацией первичных почек и сопряженных с ними задней кардинальной вены. Видовые особенности органогенеза детерминируют видовые особенности морфогенеза задней полой вены по сравнению с нижней полой веной, прежде всего — их брыжеечного и започечного отрезков. Они носят количественный характер. Поэтому у млекопитающих задняя полая вена имеет части, сопоставимые с нижней полой веной по топографии и происхождению. У эмбрионов животных, особенно у свиных:

1) первичные почки крупнее и медленнее дегенерируют, а закладки надпочечников меньше, чем у человека. Поэтому брыжеечный отрезок задней полой вены протяженнее и расширяется быстрее;

2) почки меньше и позднее «восходят» в брюшную полость.

Поэтому започечный отрезок задней полой вены короче, чем у человека, позднее образуется и меньше экранируется почкой.

Развитие задней полой вены домашней курицы описано ограничено и противоречиво, без фотографий [1, 18, 20–23]. По Б. Карлсону [1], у 4-дневных куриных зародышей можно наблюдать только верхнюю часть задней полой вены. Она имеет вид тонкого сосуда, простирающегося от правой субкардинальной вены краниально и анастомозирует с венами внутри печени. В работе В. Patten [22], базовой для Б. Карлсона, написано: только верхняя часть задней полой вены определяется у 4-дневных куриных эмбрионов как тонкий сосуд, который выступает из печени каудально на соединение с правой субкардинальной веной. В. В. Рольник [18] повторяет В. Patten: у 4-дневного куриного эмбриона задняя полая вена имеет вид тонкого сосуда, выходящего из печени и анастомозирующего с правой субкардинальной

венной. Согласно F. Lillie [20], задняя полая вена появляется как ветвь головной части венозного протока у куриного эмбриона 90 час инкубации, образуется из печеночных синусоидов и венозных островков в полый складке около мезонефроса и впадает в венозный проток, который сам возникает на этапе около 100 часов инкубации (?). F. Lillie кратко изложил содержание статьи A. Miller [21] с его схемами. По данным [21], задняя полая вена впервые появляется около 90-го часа инкубации цыпленка, когда печень состоит из нескольких трубочек, окружающих венозный проток. Среди трубочек видны печеночные синусоиды. Печеночная часть задней полой вены является результатом слияния нескольких таких синусоидов дорсальнее венозного протока с образованием протяженного сосуда, который еще не соединяется с венозным протоком, а заканчивается в печеночных синусоидах. На продолжении сосуда в полый брыжейке обнаруживается серия венозных островков. Она протягивается от печени до правого мезонефроса и заканчивается немного впереди от начала желточно-брыжеечной артерии. A. Miller не описал венозную систему куриных эмбрионов 96–100 часов (и до 5 сут) инкубации и не привел схему ее строения.

Я считаю методически неверным определять анастомозы печеночных синусоидов как заднюю полую вену, пусть даже ее закладку: любая полая вена — это прежде всего крупный приток правого предсердия. Ранее я описал морфогенез нижней полой вены в эмбриогенезе человека [3–4] и показал, что ее закладка происходит в конце 4-й нед в виде дорсального дивертикула правого пупочно-желточного ствола, который собирает печеночные синусоиды в области закладки хвостатой доли печени. Сходным образом формируется закладка задней полой вены у эмбрионов свиньи и овцы [17].

Сравнительный анализ результатов моих исследований эмбриональной закладки нижней полой вены у человека, задней полой вены у млекопитающих животных и у домашней курицы [4, 17, 24–25] позволяют мне сделать следующие выводы о некоторых классовых особенностях формирования примитивной полой вены у домашней курицы:

1) задняя полая вена курицы образуется как ветвь общей желточной вены в поперечной перегородке к печени,

1а) желточный мешок является основным органом питания и кроветворения на протяжении эмбрионального развития цыпленка, аллантаоисные вены невелики;

1б) у плацентарных млекопитающих примитивная полая вена вырастает из правого пупочно-желточного ствола, их небольшой желточный мешок, особенно у человека, редуцируется рано, а желточные вены уже, чем у птиц, в толще печени идут отдельно, на выходе из нее объединяются с пупочными венами;

2) печень играет незначительную роль в эмбриональном кроветворении у птиц [18], имеет явно меньшие размеры, чем у эмбрионов человека и млекопитающих животных. Поэтому короче и печеночный отрезок задней полой вены цыпленка.

По моим данным [24], закладка задней полой вены определяется у куриного эмбриона 4-х сут инкубации как тонкая дорсальная ветвь общей желточной вены в поперечной перегородке, направленная к дорсокраниальной поверхности правой доли печени, которая первоначально может объединять печеночные синусоиды и пищеводно-желудочную вену. Я не нашел подобных сведений в литературе, хотя такой сосуд может инициировать закладку задней полой вены. У зрелых кур описан коллектор трех вен с медиальной поверхности начального отдела железистого желудка, который впадает в заднюю полую вену [19]. У эмбрионов человека и млекопитающих животных примитивная полая вена имеет вид короткого и широкого дорсального дивертикула правого пупочно-желточного ствола в поперечной перегородке, который принимает печеночные синусоиды. Задняя полая вена цыпленка почти сразу становится более коротким путем оттока крови из брыжеечных притоков правой краниальной субкардинальной вены в венозный синус сердца, что у человека и млекопитающих животных наблюдается на более поздней стадии развития [3, 17]. Это обусловлено гораздо меньшими размерами печени у куриного эмбриона, в т. ч. ее правой доли, которая не отодвигает общую желточную вену в поперечной перегородке далеко от

правого мезонефроса. Поэтому печеночный отрезок задней полой вены у куриного эмбриона гораздо короче, чем у эмбрионов человека и млекопитающих животных, но раньше и быстрее (со стадии закладки задней полой вены) визуализируется между общей желточной веной в поперечной перегородке и брыжеечными притоками правой субкардинальной веной в «полой» складке. Последние стимулируют образование сети синусоидов на дорсокраниальной поверхности правой части печени и магистрализацию ее коллектора — притока общей желточной вены.

Дальнейшее формирование задней полой вены, изменения задних кардинальных вен в эмбриогенезе курицы не отличаются от таковых у человека и млекопитающих животных, в частности, започечный отрезок задней полой вены возникает из супракардинальной вены [1]. И неслучайно. В работе В. Patten [22], базовой для Б. Карлсона, написано: только верхняя часть задней полой вены определяется у 4-дневного куриного эмбриона как тонкий сосуд, который идет на соединение с правой субкардинальной веной, а дальнейшее развитие задней полой вены выходит за пределы книги. В. В. Рольник [18] отметила, что у 4-дневного куриного эмбриона задняя полая вена имеет вид тонкого сосуда, выходящего из печени и анастомозирующего с правой субкардинальной веной: изложение работы В. Patten [22]. Примерно с 6-го дня инкубации передняя часть задней кардинальной вены дегенерирует, кровь идет в сердце через субкардинальную вену. Со второй половины инкубации роль задних кардинальных вен, значительно редуцирующихся к этому времени, в собирании крови из задней половины тела начинает выполнять задняя полая вена. Она образуется из небольших кровеносных полостей в правой доле печени и в брыжейке желудка, а также из соединившихся субкардинальной и задней кардинальной вены. После 8-го дня инкубации все вены задней половины тела включаются в систему задней полой вены, и она сильно увеличивается. Кровь из задних конечностей, хвоста и сегментных вен собирается в заднюю кардинальную вену, проходит по воротной системе почек (сначала первичных, потом постоянных), попадает в субкардинальную вену и далее — в заднюю полую вену. А это уже изложение работы F. Lillie [20], на что указала сама В. В. Рольник.

Согласно F. Lillie [20], задняя полая вена цыпленка появляется как ветвь головной части венозного протока, а позади печени происходит из частей задней кардинальной и субкардинальной вен. Задняя полая вена куриного эмбриона 90 час инкубации — это венозный ствол, образующийся из печеночных синусоидов и венозных островков в полой складке около мезонефроса и впадающий в венозный проток, который сам возникает на этапе около 100 часов инкубации. На 5-й и 6-й день инкубации головные концы задней кардинальной вены исчезают и кровь, поступающая в каудальные отделы задней кардинальной вены, переправляется в субкардинальную вену и далее — в заднюю полую вену. Субкардинальные вены увеличиваются и позади желточно-брыжеечной артерии сливаются (во что — не указано). После 8-го дня инкубации, в связи с дегенерацией первичных почек большая часть субкардинальных вен исчезает, и задняя кардинальная вена впадает в заднюю полую вену через большие почечные вены, которые уже сформировались (как — неясно). F. Lillie по сути кратко изложил содержание статьи А. Miller [21].

А. Miller описал анастомоз субкардинальных вен у птиц, не давая ему названия, но указав, что тот намечает бифуркацию дефинитивной задней полой вены. Субкардинальная система тесно связана с мезонефросами, достигает наибольшего развития на 5-е сут инкубации цыпленка, а затем уменьшается до дефинитивного состояния — маленькая часть ствола задней полой вены, половые и надпочечниковые вены. А. Miller также описал морфогенез межпозвоночной (а по сути — восходящей) поясничной вены — продольный анастомоз позвоночных вен в связи с головным концом почки, которая появляется на 6-е сут. Когда почка достигает значительных размеров, появляется большая почечная вена как ветвь субкардинальной системы, но в ее состав не входит. Эта вена по топографии напоминает мне мезокардинальную вену у эмбрионов млекопитающих: она проходит латеральнее большого по А. Miller (т. е. интерсубкардинального) анастомоза, на дорсальной стороне мезонефроса,

на медиальной стороне почки. Большая почечная вена растет каудально, до уровня пупочной артерии. Дорсальнее ее на 5-е сут инкубации появляется анастомоз между позвоночными венами. На 7-е сут инкубации он заменяет сегмент задней кардинальной вены, который огибал пупочную артерию с вентральной стороны. Так, образуется прямой канал между задней кардинальной и задней полой венами. Сходные наблюдения можно найти у P. Grünwald [12], который таким образом описал морфогенез сакрокардинальных вен у эмбрионов человека. Только они вырастали в краниальном направлении, причем правая формировала започечную часть задней полой вены (я нашел 3 краниальные ветви у этих вен). По мнению A. Miller, общая подвздошная вена у птиц происходит проксимально из проксимального конца большой почечной вены, а дистально формируется путем удлинения анастомоза между большой почечной и задней кардинальной венами. Внутренняя подвздошная вена у птиц — это задняя часть задней кардинальной вены.

По моим данным [25], ствол задней полой вены формируется в эмбриогенезе курицы между общей желточной и правой краниальной субкардинальной венами при участии печеночных синусоидов и брыжеечных микрососудов. Более ограниченная перестройка первичной венозной системы куры по сравнению с плацентарными млекопитающими, особенно с человеком, коррелирует с: 1) медленной редукцией ее желточного мешка и меньшим объемом печени — неучастием пупочной вены в морфогенезе задней полой вены, короткий печеночный отрезок задней полой вены; 2) медленной редукцией первичных почек и меньшими размерами надпочечников — длинный брыжеечный отрезок задней полой вены; 3) персистенцией тазовых почек — отсутствием започечного отрезка задней полой вены.

По топографии и происхождению можно выделить следующие отрезки задней полой вены у домашней курицы: 1, 2) грудной или синусный и диафрагмальный (общая желточная вена, которая впадает в венозный синус сердца в толще поперечной перегородки); 3) печеночный (печеночные синусоиды); 4) брыжеечный (брыжеечные притоки правой краниальной субкардинальной вены в «полой» складке); 5) предгонадный (правая краниальная субкардинальная вена, каудальный отрезок); 6) начальный, межгонадный (правая часть субкардинального синуса, из его левой части образуется конец левой общей подвздошной вены). Брыжеечный, пред- и межгонадный отрезки задней полой вены вместе образуют самую протяженную поясничную (субкардинальную) часть задней полой вены. Ее корни, общие подвздошные вены, возникают из субпосткардинальных анастомозов.

Таким образом, в литературе в основном обсуждается развитие вен до печени и после нее, причем в основном нижней / задней полой вены, и весьма противоречиво.

Цель исследования: описать морфогенез венозного русла печени в эмбриогенезе человека.

Материалы и методы исследования

Развитие печени и ее венозного русла изучил: 1) на 30 сериях поперечных, сагиттальных и фронтальных срезов эмбрионов человека 5–30 мм теменно–копчиковой длины (4–8 нед), импрегнированных нитратом серебра, окрашенных гематоксилином и эозином, с использованием метода графической реконструкции и окуляра–микрометра для измерения печени и сосудов; 2) путем препарирования печени у 5 эмбрионов 5,5–8 нед. Размеры печени определял с помощью окуляра микрометра: поперечный (ширина), сагиттальный (толщина) и вертикальный (длина) — h , s , l .

Результаты исследования и их обсуждение

У эмбрионов 2-го мес печень растет очень интенсивно и заполняет большую часть брюшной полости (проекция на переднюю брюшную стенку): 4 нед — верхняя 1/3 (как в дефинитивном состоянии); 5 нед — верхняя 1/2; 7 нед — почти на всю высоту, особенно справа. У эмбриона 4 нед печень имеет: 1) относительные размеры, как у взрослого человека: относительная толщина (как соотношение сагиттального и поперечного размеров) $s/h = 0,64$;

относительная высота или длина $l/h=0,46$, 2) продолговатую форму, причем почти равномерно высокую. На протяжении 2-го мес печень растет неравномерно: на 5-й нед быстрее увеличиваются толщина и длина, на 6-й нед — толщина, на 7-й нед — длина, на 8-й нед рост становится более равномерным. Наиболее значительно возрастает длина печени, особенно ее правой доли (в 17,6 раза), менее всего — ширина (в 8,1 раза). Печень приобретает округлую форму, поскольку ее l/h уже на 7-й нед равна 1, а s/h на 8-й нед достигает 0,92. Левая доля органа отстает в росте от правой доли, особенно в дорсальных отделах (позади от левой доли находится крупный желудок).

Разделение печени на доли начинается в конце 4-й нед — в начале 5-й нед: 1) желчный пузырь, пупочная вена и венозный проток прилежат и пересекают нижнюю поверхность печени; 2) ее правая часть врастает в корень дорсальной брыжейки пищеводно-желудочного сегмента передней кишки, что приводит к закладке хвостатой доли печени; 3) подпеченочная система желточных вен и их анастомозов преобразуется в примитивную воротную вену (Рисунок 1).



Рисунок 1. Эмбрион человека 7 мм длины (5 недель), сагиттальный срез: 1 — венозный синус сердца; 2 — примитивная полая вена; 3 — венозный проток печени; 4 — печеночные синусоиды; 5–7 — примитивная воротная вена печени; 6 — правая желточная (нижняя брыжеечная) вена; 7 — средний (задний) анастомоз желточных вен; 8 — левая желточная (верхняя брыжеечная) вена; 9 — верхняя брыжеечная артерия. Гематоксилин и эозин. Ув. 50

На 5-й нед расширяется канал в сети печеночных синусоидов справа от хвостатой доли печени (удлиняется печеночный отрезок примитивной полой вены) с образованием широкой, но неглубокой борозды полой вены. На 6-й нед преобладают вентральный рост и увеличение толщины печени, ее висцеральная поверхность и ворота удаляются от задней целомической стенки и правой субкардинальной вены. Поэтому надпочечниковый (субкардинальный) отрезок формирующейся нижней полой вены теряет контакт с печенью, борозда полой вены обрывается, а хвостатый отросток печени сохраняется. На 7-й нед резко ускоряется

вертикальный рост печени — ее удлинение. Она охватывает с разных сторон желудок, двенадцатиперстную кишку и поджелудочную железу, со всех сторон — печеночную артерию, воротную вену печени и ее ветви, общий печеночный и общий желчный протоки.

Венозный синус печени, пупочная вена, венозный проток печени, полая вена и желчный пузырь глубоко погружаются в печень, местами — целиком. Средние доли печени сужены и вогнуты. Портальный край хвостатой доли имеет вид желоба с воротной веной, печеночной артерией и общим желчным протоком. Желоб разделяет сосочковый и хвостатый отростки печени. Борозда полой вены оказывается на медиальном крае широкой ямки правого надпочечника, а на дорсальном крае превращается в канал, как и борозда пупочной вены около квадратной доли печени, которая соединяется с ее правой долей печеночным «мостиком» над дном желчного пузыря.

Асимметричный рост печени коррелирует с таким же развитием пупочных и желточных вен, расположенных на пути роста печени. Печень поначалу растет прежде всего поперечно, раздвигая в стороны пупочные вены, которые все больше удаляются от венозного синуса сердца. Расположенные на более коротком пути оттока в него крови желточные вены на уровне желудка расчленяются на сеть печеночных синусоидов. Закладка хвостатой доли (врастание правой доли в корень дорсальной брыжейки пищеводно-желудочного сегмента передней кишки) у эмбриона 5 мм длины (4 нед) сопровождается закладкой примитивной полой вены в виде дорсального выроста правого пупочно-желточного ствола (Рисунки 2–3). Он принимает печеночные синусоиды прежде всего хвостатой доли, которая удаляется от первичных венозных коллекторов. Сеть синусоидов находится на месте проксимальных отделов правой и левой желточных вен, расчлененных печеночными балками. Синусоиды соединяются с пупочными венами и принимают кровь из них.



Рисунок 2. Эмбрион человека 5 мм длины (4 недели), сагиттальный срез: 1 — венозный синус сердца; 2 — примитивная полая вена; 3 — печеночные синусоиды; 4 — желточная вена; 5 — вентральный зачаток поджелудочной железы; 6 — общий желчный проток. Гематоксилин и эозин. Ув. 200

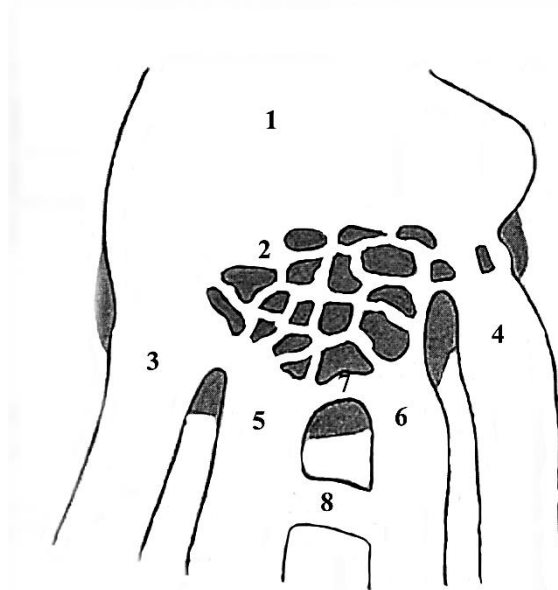


Рисунок 3. Венозное русло печени у эмбриона 5 мм длины (4 недели), схема: 1 — венозный синус сердца; 2 — сеть печеночных синусоидов; 3, 4 — правая и левая пупочные вены; 5, 6 — правая и левая желточные вены, 7, 8 — их верхний и средний анастомозы.

Под печенью желточные вены и их анастомозы окружают среднюю кишку и зачатки поджелудочной железы, левая желточная вена крупнее правой, поскольку левая часть печени меньше по размерам и меньше сдавливает (и расчленяет) пупочную вену. У эмбриона 6 мм длины растущая хвостатая доля печени фиксирует верхний анастомоз желточных вен, желудок при повороте «отрывает» от него левую вену: желточные вены находятся в составе общей брыжейки первичной кишки, которая на границе передней и средней кишки фиксирована дивертикулами общего желчного протока и поджелудочной железы, а также самими желточными венами и потому подвергается деформации. Средний анастомоз, правая (выше) и левая (ниже) желточные вены составляют S-образную примитивную воротную вену печени. Ее левая ветвь (верхний анастомоз желточных вен) соединяется с правой пупочной веной посредством магистрализирующегося канала в сети печеночных синусоидов (венозный проток печени), затем впадает в левую пупочную вену (Рисунок 4).

У эмбрионов 8–10 мм длины (5–5,5 нед) завершается редукция ее проксимального отрезка и правого конца нижнего анастомоза желточных вен. Правая пупочная вена в целомической полости исчезает. В эти сроки воротная вена печени образуется путем слияния верхней и нижней брыжеечных вен (каудальные отрезки желточных вен), в воротах печени разделяется на правую и левую ветви. Соединение левой ветви с пупочной веной расширяется (венозный синус печени). Его с пупочной веной соединяет венозный проток печени. Он соединяет венозный синус печени с примитивной полой веной: в его основание впадают левая ветвь воротной вены и пупочная вена, а из сужающейся верхушки выходит венозный проток печени. На этой стадии развития определяются устьевые отрезки трех постоянных печеночных вен. Они выходят из правой, «средней» и левой долей печени. В дальнейшем венозный синус печени становится большим по ширине, чем воротная вена печени, в 2–3 раза, промежуточное положение занимают венозный проток печени и пупочная вена (Рисунок 5). Воротная вена имеет следующие ветви: крупные латеральные — правая (в правую долю печени) и левая (в венозный синус печени); супрабифуркационные

(в хвостатую и правую доли) и инфрабифуркационные (в квадратную и хвостатую доли печени). Топография печеночных вен: левая печеночная вена идет впереди венозного протока печени поперек, соединяется с промежуточной печеночной веной (из «средней» доли печени), общим стволом они впадают в переднюю стенку нижней полой вены; правая печеночная вена впадает в правый сегмент, а венозный проток печени — в левый сегмент передней полуокружности нижней полой вены.

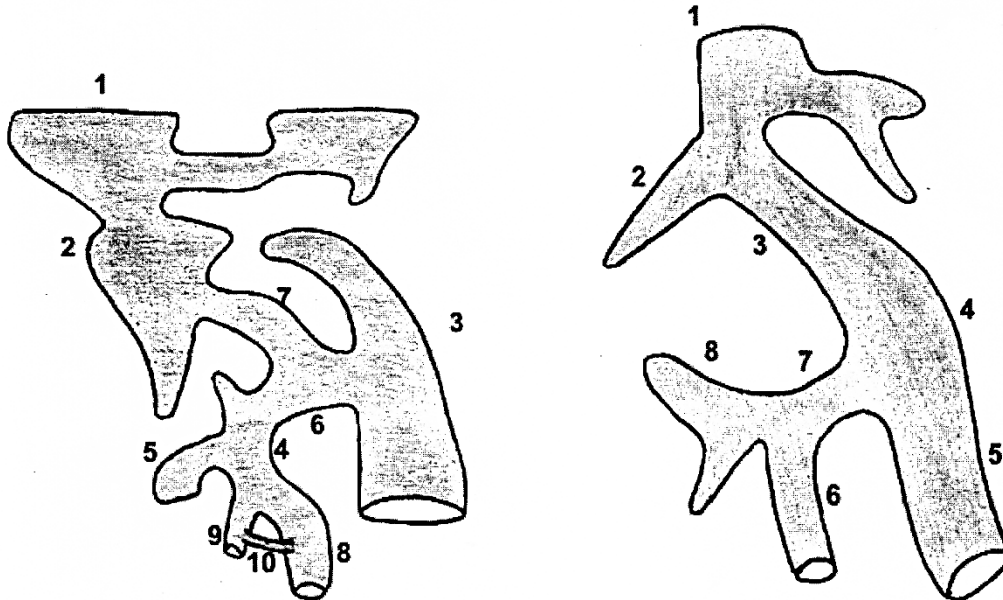


Рисунок 4. Венозное русло печени, схемы: А — у эмбриона 6 мм длины (начало 5-й недели), 1 — венозный синус сердца; 2 — правый пупочно-желточный ствол; 3 — левая пупочная вена; 4 — примитивная воротная вена печени, 5, 6 — ее правая и левая ветви; 7 — венозный проток печени; 8, 9 — левая и правая желточные вены; 10 — их нижний анастомоз. Б — у эмбрионов 8–10 мм длины (5–5,5 недель), 1 — венозный синус сердца; 2 — примитивная полая вена; 3 — венозный проток печени; 4 — венозный синус печени; 5 — (левая) пупочная вена; 6 — воротная вена печени, 7, 8 — ее левая и правая ветви.

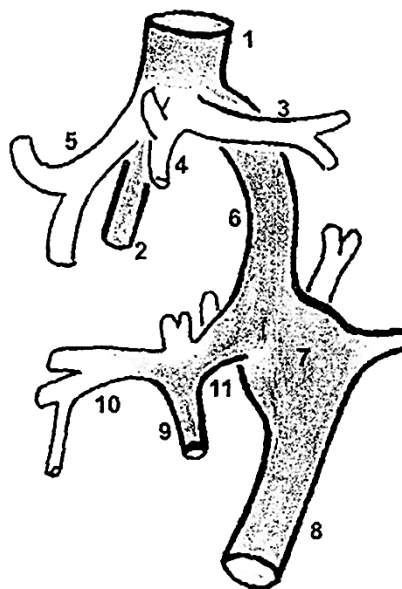


Рисунок 5. Венозное русло печени у эмбрионов 7–8 недель, схема: 1, 2 — нижняя полая вена (диафрагмальный и надпочечниковый отрезки); 3, 4, 5 — левая, промежуточная и правая печеночные вены; 6 — венозный проток печени; 7 — венозный синус печени; 8 — пупочная вена; 9 — воротная вена печени, 10, 11 — ее правая и левая ветви.

Уже в конце 5-й нед эмбриогенеза начинается дифференциация очень тонкой наружной оболочки (1–2 цепочки мезенхимных клеток, нежная сеть ретикулярных волоконцев) в стенках примитивной полой, пупочной и воротной вен, венозного синуса и венозного протока печени. Этот процесс преобразований продолжается у эмбрионов 6-й нед, переходя на ветви воротной вены и устьевые отрезки печеночных вен, что увеличивает их резистентность к внешнему давлению, в т. ч. со стороны печени.

Заключение

Бурно растущая печень уже на 4-й нед эмбриогенеза «разрывает» систему первичных венозных магистралей (кардинальных, пупочных и желточных вен) и «вставляет» в нее сеть печеночных синусоидов с образованием системы новых венозных магистралей (нижней полой и воротной вен). В морфогенезе их устьевых отрезков ключевую роль играет хвостатая доля печени. Но не одна печень, пусть и огромная, тем более не одна ее хвостатая доля организуют столь кардинальные преобразования первичной венозной системы эмбриона, а печень вместе с окружающими органами [2–4], прежде всего — с надпочечниками и почками (нижняя полая вена), с желудком, двенадцатиперстной кишкой и поджелудочной железой (воротная вена печени).

Известно, что воротная система печени формируется уже у ланцетника и круглоротых: из подкишечной вены кровь вначале течет прямо, а затем через синусы печени, по печеночной вене в венозный синус сердца. Система кардинальных вен сохраняется у рыб, только у бесхвостых амфибий и рептилий вытесняется, как и туловищная почка тазовой, когда возникает задняя полая вена. Однако известны исключения в эволюции венозной системы. Так у двоякодышащих рыб одна из ветвей печеночных вен направляется мимо печени, вдоль легочного мешка к дорсальной стороне полости тела и «подключается» к правой задней кардинальной вене у места ее впадения в общую кардинальную вену [6].

В эмбриогенезе человека асимметричный под влиянием огромного сердца рост легких приводит к закладке хвостатой доли печени у эмбриона 4 нед: ее правая часть из более широкой правой части поперечной перегородки, которая «растянута» правым легким, врастает в корень дорсальной брыжейки пищеводно–желудочного сегмента передней кишки. Печеночные синусоиды с дорсальной поверхности хвостатой доли объединяются в короткий коллектор — дорсальный вырост правого пупочно–желточного ствола (примитивная полая вена). Позднее ее дополняет правая субкардинальная вена надпочечника. Кроме того, хвостатая доля печени «фиксирует» верхний анастомоз желточных вен и «помогает» бурно растущему желудку редуцировать левую желточную вену под печенью с закладкой примитивной воротной вены печени. Неравномерный интенсивный рост печени существенно влияет не только на морфогенез окружающих органов и сосудов, но и внутриорганных сосудов, окружая их, «передавливая» и расчленяя на печеночные синусоиды пупочные и желточные вены, причем неравномерно: краниальнее печени, на выходе из нее сохраняется правый пупочно–желточный ствол, а на входе в данный орган сохраняются правая желточная вена (примитивная воротная вена печени) и левая пупочная вена, каудальнее преимущество получает левая желточная вена. Это связано с особенностями регионального органогенеза, от которого зависит развитие самой печени [2–4]: преимущественный рост правой части ее закладки под влиянием правого легкого детерминирует правостороннюю закладку хвостатой доли печени, примитивных полой вены и воротной вены, но сохранение левой пупочной вены и преимущественное развитие левой верхней брыжеечной (желточной) вены и левой ветви примитивной воротной вены печени. Неслучайно закладка печени на 4-й нед растет прежде всего в ширину, а затем, в конце 4-й нед, на 5-й и 6-й нед — в толщину, окружая вышеуказанные вены, прежде всего — желточные, расположенные вдоль первичной кишки. Как раз именно в эти сроки развития наблюдаются наиболее важные, ключевые преобразования первичных вен в области печени.

Если сравнить развитие органов и вен у человека, млекопитающих животных и птиц, что я и сделал [3, 4, 11, 17, 24, 25], то полученные данные позволяют сделать вывод: печень, надпочечники и почки прогрессивно уменьшаются в размерах, причем тазовые почки не «восходят» в брюшную полость у птиц, таковыми остаются на всю жизнь. И как разительно изменяется развитие изученных вен, особенно задней полой вены! Если окружающая функция печени в эмбриональном органогенезе запаздывает у млекопитающих животных, по сравнению с человеком, то у птиц она просто ограничена. Поэтому печеночный отрезок задней полой вены у птиц короток. Тазовые почки птиц не «восходят» — их задняя полая вена резко укорачивается, и т. д. Естественно, что меняется механика морфогенеза указанных вен, включая преобразования первичных вен эмбриона — кардинальных, желточных и пупочных.

Список литературы:

1. Карлсон Б. Основы эмбриологии по Пэттену. Пер. с англ. яз. М.: Мир, 1983. Т. 2. 390 с.
2. Петренко В. М. Эмбриональные основы возникновения врожденной непроходимости двенадцатиперстной кишки человека. СПб: СПбГМА, 2002. 150 с.
3. Петренко В. М. Эволюция и онтогенез лимфатической системы. Второе издание. СПб: ДЕАН, 2003. 336 с.
4. Петренко В. М. Морфогенез нижней полой вены в эмбриогенезе // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. №11-2. С. 33-37.
5. Пэттен Б. М. Эмбриология человека. Пер. с англ. яз. М.: Гос. изд-во мед. лит-ры, 1959. 768 с.
6. Ромер А., Парсонс Т. Анатомия позвоночных. Пер. с англ. яз. М.: Мир, 1992. Т. 2. С. 172-181.
7. Станек И. Эмбриология человека. Пер. со словац. яз. Братислава: Веда, 1977. 440 с.
8. Хирургическая анатомия живота / под ред. А. Н. Максименкова. Л.: Медицина, 1972. С. 330-348.
9. Петренко В. М. Развитие восходящей поясничной и непарной вен в эмбриогенезе человека // Архив анатомии. 1990. Т. 98. №6. С. 65-70.
10. Петренко В. М. Закладка начального отдела грудного протока в эмбриогенезе человека // Архив анатомии. 1990. Т. 99. №11. С. 43-50.
11. Петренко В. М. Морфогенез корней нижней полой вены в эмбриогенезе человека // Морфология. 1998. Т. 114. №5. С. 56-59.
12. Grünwald P. Entwicklung der Vena cava caudalis beim Menschen // Zeitschr. f. mikr.-anat. Forsch. 1938. Bd. 43. S. 275-331.
13. Mc Clure C.F.W. a. Butler E.G. The development of vena cava inferior in man // Amer. J. Anat. 1925. V. 35. P. 331-383.
14. Pillet J., Chevalier J. M., Enon B. et al. L'organogenese de la veine cave inferieure // Arteres and veines. 1983. V. 2. №7. P. 470-472.
15. Lewis F. T. The development of the vena cava inferior // Amer. J. Anat. 1901. V. 1. P. 229-248.
16. Sabin F. R. On the fate of the posterior cardinal veins and their relation to the development of the vena cava and azygos in pig embryos // Carnegie Cont., to Emb. 1915. V. 3. P. 5-32.
17. Петренко В. М. Морфогенез задней полой вены в эмбриогенезе млекопитающих животных // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. №3-1. С. 50-53.
18. Рольник В. В. Биология эмбрионального развития птиц. Л.: Наука, 1968. 425 с.

19. Хонин Г. А., Фоменко Л. В. Строение венозной системы переднего отдела туловища у куро- и гусеобразных // *Аграрный вестник Урала*. 2009. №11 (65). С. 103-106.
20. Lillie F. R. Lillie's development of the chick. Revised by H. L. Hamilton. N. Y.: Henry Holt and Co, 1952. 624 p.
21. Miller A. M. The development of the postcaval vein in birds // *Amer. J. Anat.* 1903. V. 2. №3. P. 283-298.
22. Patten B. M. Early development of the chick. N. Y. Toronto: The Blackiston Co, 1951. 244 p.
23. Sabin F. R. Origin and development of the primitive vessels of the chick and the pig // *Carnegie Cont., to Emb.* 1917. V. 6. P. 61-124.
24. Петренко В. М. Морфогенез задней полой вены в эмбриогенезе домашней курицы. I. Закладка // *Успехи соврем. естествознания*. 2014. №5-2. С. 90-93.
25. Петренко В. М. Морфогенез задней полой вены в эмбриогенезе домашней курицы. II. Формирование ствола // *Успехи соврем. естествознания*. 2014. №9-1. С. 55-58.

References:

1. Carlson, B. (1983). Patten's Foundations of Embryology. Moscow, Mir, (2), 390. (in Russian)
2. Petrenko, V. M. (2002). Embryonic bases of arising of human duodenum congenital occlusion. St. Petersburg, SPbSMA, 150. (in Russian)
3. Petrenko, V. M. (2003). Evolution and ontogenesis of lymphatic system. 2th ed. St. Petersburg, DEAN, 336 (in Russian).
4. Petrenko, V. M. (2013). Morphogenesis of inferior vena cava in embryogenesis (in Russian). *Internat. Journ. Appl. Fund. Research*, (11-2), 33-37. (in Russian)
5. Patten, B. M. (1959). Human embryology. Moscow, Medgiz, 768. (in Russian)
6. Romer, A., & Parsons, T. (1992). The Vertebrate Body. Moscow, Mir, (2). 172-181. (in Russian)
7. Stanek, I. (1977). Human embryology. Bratislava, Veda, 440. (in Russian)
8. Maksimenkov, A. N. (ed.). (1972). Surgical abdominal anatomy. Leningrad, Meditsina, 330-348. (in Russian)
9. Petrenko, V. M. (1990). Development of lumbar ascending and azygos veins in human embryogenesis. *Arch.anat.*, 98, (6), 65-70. (in Russian)
10. Petrenko, V. M. (1990). Bud of initial part of thoracic duct in human embryogenesis. *Arch. anat.*, 99, (11), 43-50. (in Russian)
11. Petrenko, V. M. (1998). Morphogenesis of roots of inferior vena cava in human embryogenesis. *Morfologiya*, 114, (5), 56-59. (in Russian)
12. Grünwald, P. (1938). Entwicklung der Vena cava caudalis beim Menschen. *Zeitschr. f. mikr.-anat. Forsch.*, 43, 275-331
13. McClure, C. F. W. a. & Butler, E. G. (1925). The development of vena cava inferior in man. *Amer. J. Anat.*, (35). 331-383
14. Pillet, J., Chevalier, J. M., Enon, B., & al. (1983). L'organogenese de la veine cave inferieure. *Arteres and veines*, 2, (7). 470-472
15. Lewis, F. T. (1901). The development of the vena cava inferior. *Amar. J. Anat.*, (1). 229-248
16. Sabin, F. R. (1915). On the fate of the posterior cardinal veins and their relation to the development of the vena cava and azygos in pig embryos. *Carnegie Cont., to Emb.*, (3), 5-32
17. Petrenko, V. M. (2014). Morphogenesis of posterior vena cava in embryogenesis of mammals. *Internat. Journ. Appl. Fund. Research*, (3-1), 50-53. (in Russian)
18. Rolnik, V. V. (1968). Biology of embryonal development of birds. Leningrad, Nauka, 425. (in Russian)

19. Chonin, G. A., & Phomenko, L. V. (2009). Construction of venous system of forepart of trunk in fowl- and gooseforms. *Agrarnyi vestnik Urala*, 11, (65), 103-106. (in Russian)
20. Lillie, F. R. (1952). Lillie's development of the chick. Revised by H. L. Hamilton. N. Y.: Henry Holt and Co, 624
21. Miller, A. M. (1903). The development of the postcaval vein in birds. *Amer. J. Anat.*, 2, (3), 283-298
22. Patten, B. M. (1951). Early development of the chick. N. Y. Toronto, The Blackiston Co, 244
23. Sabin, F. R. (1917). Origin and development of the primitive vessels of the chick and the pig. *Carnegie Cont., to Emb.*, 6, 61-124
24. Petrenko, V. M. (2014). Morphogenesis of posterior vena cava in embryogenesis of domestic fowl. I. The bud. *Adv. Curr. Natur. Scie.*, (5-2), 90-93. (in Russian)
25. Petrenko, V. M. (2014). Morphogenesis of posterior vena cava in embryogenesis of domestic fowl. II. Formation of the stem. *Adv. Curr. Natur. Scie.*, (9-1), 55-58. (in Russian)

*Работа поступила
в редакцию 12.01.2018 г.*

*Принята к публикации
17.01.2018 г.*

Ссылка для цитирования:

Петренко В. М. Преобразования венозного русла печени у эмбрионов человека // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №2. С. 117-130. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/petrenkovm> (дата обращения 15.02.2018).

Cite as (APA):

Petrenko, V. (2018). Transformations of liver's venous bed in human embryos. *Bulletin of Science and Practice*, 4, (2), 117-130