

© А. У. Гаджиева, С. А. Блинова, 2015
УДК 611.14:612.65:599.323.4

А. У. Гаджиева, С. А. Блинова

СТРУКТУРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КРАНИАЛЬНЫХ ПОЛЫХ ВЕН В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ (МОРФОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Кафедры нормальной анатомии человека с оперативной хирургией и топографической анатомией (зав. — доц. Э. У. Хусанов) и гистологии, цитологии, эмбриологии (зав. — доц. Ф. С. Орипов), Самаркандский государственный медицинский институт, Узбекистан

Изучены особенности структурных преобразований разных отделов краниальных полых вен 60 крысят на 1–30-е сутки после рождения. Выявлено чередование периодов ускоренного и замедленного увеличения длины полых вен. Толщина стенки во всех отделах правой краниальной полых вены в ранние сроки после рождения (1–11-е сутки) возрастает менее значительно по сравнению с длиной. На 16–30-е сутки снижаются темпы роста длины и возрастает толщина стенки. Такая закономерность не прослеживается при развитии левой краниальной полых вены. В ней чаще отмечается чередование периодов ускоренного и замедленного прироста толщины стенки.

Ключевые слова: *полые вены, постнатальный онтогенез, морфометрия, крыса*

Изучение морфо- и гистогенеза сердечно-сосудистой системы позволяет выяснить возможное значение нарушения этих процессов в патогенезе ряда заболеваний [1, 8, 11]. В эмбриональном периоде [6, 14] и после рождения [5, 9] в развитии венозных сосудов отмечается чередование периодов интенсивного и замедленного роста. Это может отражать наличие в морфогенезе сосудов критических периодов [3]. Анатомо-гистологические закономерности постнатального морфогенеза вен, особенно магистральных, до настоящего времени твердо не установлены. Экспериментальной моделью, позволяющей изучить пластичность магистральных вен в постнатальном онтогенезе, могут служить сосуды крысы, так как у них имеются две краниальные полые вены, впадающие в правое предсердие и находящиеся в разных топографо-анатомических взаимоотношениях с окружающими органами [7].

Цель данного исследования — изучить особенности структурных преобразований разных отделов парных краниальных полых вен крысят в постнатальном онтогенезе с использованием морфометрических методов.

Материал и методы. Изучены правая (ПКПВ) и левая (ЛКПВ) краниальные полые вены 60 крысят на 1-, 6-, 11-, 16-, 22-е и 30-е сутки после рождения. В каждой возрастной группе исследованы вены 10 крысят. Животных содержали в стандартных условиях вивария при температуре 21–22 °С и естественном световом дне на обычном рационе. Экспериментальные исследования проводили в соответствии

с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных». Крысят выводили из эксперимента под эфирным наркозом. После вскрытия грудной и брюшной полостей материал фиксировали в 12% растворе нейтрального формалина, затем выделяли полые вены. Скелетотопию краниальных полых вен изучали после отделения позвоночного столба от мягких тканей. Определяли проекции области их формирования, где происходит слияние внутренней яремной и подключичной вен, и устья на уровне впадения в правое предсердие на шейные (С) и грудные позвонки (Т) позвоночного столба [7]. Длину обеих полых вен крыс измеряли между этими участками при помощи циркуля и линейки. После определения топографических особенностей вен материал фиксировали, обезвоживали в этаноле возрастающей концентрации, заливали в парафин. Срезы окрашивали гематоксилином — эозином, по методу Ван-Гизона, по Вейгерту, а также импрегнировали нитратом серебра по Футу в модификации Н. А. Юриной [10]. Гистологические и морфометрические исследования ПКПВ и ЛКПВ проводили в интраперикардальном (устье краниальных вен на уровне впадения в правое предсердие, а также область прикрепления перикарда к стенке вен) и экстраперикардальном отделах. Измерения толщины стенки полых вен выполнены под микроскопом с помощью окулярной линейки при увеличении микроскопа об. 90, ок. 7. Обработку математических данных выполняли с использованием прикладных программ Microsoft Excel 2010 в разделе описательной статистики: определяли стандартное отклонение, среднее арифметическое и его ошибку. Различия считали значимыми при $P < 0,05$.

Результаты исследования. В течение 22 сут исследования область формирования и устье ЛКПВ проецируются на один позвонок ниже, чем таковая ПКПВ (*табл. 1*).

Сведения об авторах:

Гаджиева Аминат Усмановна (e-mail: madinafirst@mail.ru), *Блинова Софья Анатольевна* (e-mail: sofiya2709@mail.ru), кафедра анатомии, гистологии, цитологии, эмбриологии и ОХТА, Самаркандский государственный медицинский институт, Республика Узбекистан, 140100, г. Самарканд, ул. Амира Темура, 18

Таблица 1

Проекция правой (ПКПВ) и левой (ЛКПВ) краниальных полых вен у крысят на позвоночный столб

Возраст (сутки)	ПКПВ		ЛКПВ	
	Область формирования	Устье	Область формирования	Устье
1-е	Верхний край C _{VI}	Верхний край T _{IV}	Верхний край C _{VII}	Верхний край T _V
6-е	Верхний край C _{VI}	Верхний край T _{IV}	Верхний край C _{VII}	Верхний край T _V
11-е	Середина C _{VI}	Середина T _{IV}	Середина C _{VII}	Середина T _V
16-е	Середина C _{VI}	Середина T _{IV}	Середина C _{VII}	Середина T _V
22-е	Нижний край C _{VI}	Нижний край T _{IV}	Нижний край C _{VII}	Нижний край T _V
30-е	Середина T _{II}	Середина T _V	Середина T _I	Нижний край T _V

Проекции границ обеих вен на позвоночный столб в течение 1–6 сут после рождения не изменяются. На 11-е сутки проекции области формирования и устья смещаются в каудальном направлении и остаются на этом уровне до 16-х суток после рождения. На 22-е сутки вновь происходит смещение обеих границ ЛКПВ и ПКПВ вен в каудальном направлении. На 30-е сутки после рождения крысят область формирования ПКПВ более значительно смещается в каудальном направлении, чем устье. В этот срок исследования смещается область формирования ЛКПВ, тогда как проекция устья этой вены не изменяется.

Длина ПКПВ во все сроки исследования была меньше, чем ЛКПВ (табл. 2). Возрастание длины вен наиболее выражено на 6-е и 11-е сутки после рождения. Их прирост составляет для ПКПВ 14,8 и 38,7%, а ЛКПВ — 21,3 и 20,8%. На 16-е сутки прирост длины ПКПВ снижается до 6,9% и ЛКПВ — 7,2%. На 22-е сутки после рождения прирост длины ПКПВ и ЛКПВ вновь возрастает и составляет 20,6 и 20,3%, а на 30-е сутки снижается у ПКПВ больше (7,2%), чем у ЛКПВ (4,9%).

Гистологически стенка устьевого отдела ПКПВ и ЛКПВ представлена тремя оболочками. Внутренняя оболочка образована эндотелием и подэндотелиальным слоем, содержащим тонкие коллагеновые волокна. Средняя оболочка полых вен состоит из двух слоев гладких мышечных клеток: внутреннего циркулярного и наружного косопродольного. Вокруг средней оболочки располагаются коллагеновые и ретикулярные волокна. Тонкие коллагеновые волокна проникают также между мышечными клетками, образуя крупнопетлистую сеть. Ретикулярные волокна формируют петли различной формы и размеров, которые окружают мышечные клетки и их пучки. В период с 1-х до 11-х суток после рождения эластический каркас представлен разрозненными волокнами. К 22-м суткам эластические волокна уже формируют пластинки, располагающиеся на границе подэндотелиального слоя и средней оболочки, а также в наружной оболочке. Наружная

Таблица 2

Длина правой (ПКПВ) и левой (ЛКПВ) краниальных полых вен у крысят разного возраста ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, мм)

Возраст (сутки)	ПКПВ	ЛКПВ
1-е	5,42±0,27	7,51±0,27
6-е	6,19±0,25	9,12±0,23
11-е	8,58±0,26	11,0±0,3
16-е	9,2±0,3	11,9±0,4
22-е	11,09±0,28	14,2±0,4
30-е	11,89±0,18	14,91±0,28

оболочка устьевого отдела краниальных полых вен представлена эпикардом, очень тонкая, содержит также коллагеновые волокна.

У крысят в возрасте 1–22 сут толщина стенки ЛКПВ в области устья значимо больше, чем ПКПВ (табл. 3).

Только на 30-е сутки различия в толщине стенок краниальных полых вен становятся незначимыми. Прирост толщины устьевого отдела ЛКПВ у 6-суточных крысят по сравнению с 1-суточными составил 21,1%, тогда как ПКПВ всего 8,1%. К 11-суточному возрасту толщина данного отдела ЛКПВ по сравнению с таковой в предыдущий срок исследования возрастает на 23,2%, а ПКПВ — на 12,1%. Начиная с 16-суточного возраста, в большей степени возрастает толщина устья ПКПВ (20,9%), чем ЛКПВ (8,2%). Прирост толщины стенок ПКПВ и ЛКПВ в устьевом отделе 22-суточных крысят составляет 25,2 и 14,8%, на 30-е сутки — 24,3 и 15,4%.

В области прикрепления перикарда в краниальных полых венах мышечная оболочка представлена только одним слоем клеток, имеющих, преимущественно, косопродольное направление. Толщина стенки вен в этой области меньше, чем в их устье. Толщина стенок ПКПВ и ЛКПВ в области прикрепления перикарда у крысят 1-, 6-суточного возраста существенно не различается, тогда как у крысят 11–30-суточного возраста толщина ЛКПВ больше, чем ПКПВ. Прирост

Таблица 3

Толщина стенки интраперикардального отдела правой (ПКПВ) и левой (ЛКПВ) краниальных полых вен у крысят разного возраста ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, мкм)

Возраст (сутки)	Устье		Область прикрепления перикарда	
	ПКПВ	ЛКПВ	ПКПВ	ЛКПВ
1-е	16,1±0,4	17,8±0,4*	14,26±0,29	15,2±0,4
6-е	17,5±0,5	21,6±0,6*	15,7±0,4	16,2±0,5
11-е	19,6±0,5	26,6±0,7*	17,2±0,5	19,1±0,7*
16-е	23,7±0,4	28,8±0,8*	20,5±0,4	22,2±0,6*
22-е	29,7±0,6	33,0±0,7*	25,9±0,8	27,7±0,6*
30-е	36,9±0,6	38,1±0,6	34,7±0,6	36,0±0,7*

* Различия по сравнению с ПКПВ значимы при $P < 0,05$.

толщины стенки данной области ПКПВ и ЛКПВ у 6-суточных крысят по сравнению с 1-суточными составляет 9,8 и 6,4%. В 11-суточном возрасте по сравнению с 6-суточными крысятами прирост толщины ЛКПВ больше (17,6%), чем ПКПВ (9,9%). На 16-е сутки после рождения толщина стенки ПКПВ и ЛКПВ в области прикрепления перикарда увеличивается на 19,0 и 16,3%, у 22-суточных крысят — на 24,7 и 14,8%, у 30-суточных крысят — на 33,8 и 29,8%.

Средняя оболочка экстраперикардальной части краниальных полых вен содержит продольно направленные пучки мышечных клеток. Пучки коллагеновых волокон толще, чем в интраперикардальном отделе, и также формируют сеть. Наружная оболочка очень тонкая, образована рыхлой волокнистой соединительной тканью. Стенка ЛКПВ в экстраперикардальном отделе у крысят исследуемых возрастов значимо толще таковой ПКПВ (табл. 4).

К 6-м суткам отмечается возрастание толщины стенки как ПКПВ, так и ЛКПВ на 6,1%. У 11-суточных крысят прирост толщины стенки ПКПВ несколько выше и равен 11,4%, а ЛКПВ — 9,8%. В 16-суточном возрасте в большей степени

возрастает толщина стенки ЛКПВ (19,0%), чем ПКПВ (18,0%). Максимальные значения прироста наблюдаются в 22-суточном возрасте в ЛКПВ (46,0%), в ПКПВ они значительно ниже — 25,5%. На 30-е сутки темп прироста толщины стенки ПКПВ достигает максимальных значений (36,8%), тогда как в ЛКПВ он резко снижается (14,4%).

Обсуждение полученных данных. Изучение анатомо-гистологических особенностей развития краниальных парных полых вен у крыс показало чередование периодов ускоренного и замедленного увеличения их длины и возрастания толщины стенки. Длина полых вен значительно возрастает в течение 11 сут после рождения, затем после кратковременного замедления вновь увеличивается с 16-х до 22-х суток. С 6-х по 11-е сутки происходят два важных морфогенетических процесса: смещение границ вен и усиленное возрастание их длины. Это явление повторяется с 16-х по 22-е сутки постнатального онтогенеза. На 1–6-е сутки, когда идет интенсивный прирост длины вен, и особенно с 6-х по 11-е сутки, в течение которых наблюдается также смещение границ вен, толщина стенки всех отделов сосудов возрастает мало, за исключением устья ЛКПВ. По-видимому, в ранние сроки после рождения происходят процессы дифференцировки клеточных элементов вен, вследствие чего темп их пролиферации снижается. Эти периоды развития вен могут быть определены как критические. Нарушение развития магистральных вен в постнатальном периоде является патогенетическим звеном возникновения их функциональной недостаточности [12, 13]. В дальнейшем процессы морфогенеза и гистогенеза полых вен могут быть обусловлены изменениями гемодинамических условий. Структурные преобразования сосудов, в том числе и вен, в постнатальном онтогенезе адекватны изменяющимся условиям гемодинамики [2].

Таблица 4

Толщина стенки экстраперикардального отдела правой (ПКПВ) и левой (ЛКПВ) краниальных полых вен у крысят разного позраста ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, мкм)

Возраст (сутки)	ПКПВ	ЛКПВ
1-е	13,2±0,3	14,4±0,3*
6-е	14,0±0,5	15,3±0,4*
11-е	15,6±0,4	16,8±0,5*
16-е	18,4±0,4	20,0±0,5*
22-е	23,1±0,6	29,2±0,5*
30	31,6±0,7	33,4±0,7*

* Различия по сравнению с ПКПВ значимы при $P < 0,05$.

Толщина стенки полых вен в устьевом отделе больше, чем в остальных их частях. Устье полых вен играет роль миокардиальных сфинктеров, закладка которых формируется ещё в эмбриогенезе [4]. Стенка отделов ЛКПВ в большинстве сроков исследования значимо толще, чем ПКПВ. По-видимому, это связано с особенностями расположения ЛКПВ, которая впадает в правое предсердие, огибая аорту. Вследствие этого аорта оказывает постоянное пульсовое давление на стенку ЛКПВ. По данным С. А. Тен, в верхней полых вене у человека во все возрастные периоды передняя, медиальная и задняя стенки толще, чем латеральная. При этом более толстые участки вены ближе других расположены к аорте [9]. Изменения морфометрических показателей толщины стенки всех отделов ПКПВ после рождения происходят примерно одинаково в отличие от ЛКПВ. В ЛКПВ чаще отмечается чередование периодов ускоренного и замедленного прироста толщины стенки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов В. Н. Особенности становления сосудисто-капиллярного русла проводящей системы сердца в пре- и раннем постнатальном онтогенезе // Морфология (Днепропетровск). 2009. Т. 3, № 3. С. 32–36.
2. Бобрик И. И., Шевченко Е. А., Черкасов В. Г. Развитие кровеносных и лимфатических сосудов. Киев: Здоровье, 1991.
3. Гайна Н. И., Процак Т. В. Развитие и становление топографии артериальных сосудов толстой кишки в раннем периоде онтогенеза человека // Вестн. проблем биол. мед. 2013. Т. 1, № 1. С. 188–190.
4. Денисов С. Д., Сахарчук Т. В. Эмбриогенез области устьев полых вен // Вестн. Витебск. гос. мед. ун-та. 2005. Т. 4, № 3. С. 20–25.
5. Лященко Д. Н. Анатомия и топография полых вен в раннем плодном периоде онтогенеза человека // Фундаментальные исследования. 2011. № 5. С. 95–98.
6. Малофеев Ю. М., Гришина И. И. Морфология крупных венозных сосудов грудной полости у плодов и новорожденных маралов // Вестн. Алтайск. гос. аграрн. ун-та. 2005. Т. 20, № 4. С. 25–27.
7. Ноздрачев А. Д., Поляков Е. Л. Анатомия крысы. СПб.: Лань, 2001.
8. Петренко В. М. Неравномерный рост и гистогенез стенки грудного протока человека // Успехи соврем. естествознания. 2011. № 3. С. 55–56.
9. Тен С. А. Структурные преобразования верхней и нижней (грудной отдел) полых вен человека в процессе постнатального онтогенеза: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Новосибирск, 1988.
10. Юрина С. А. Методика импрегнации серебром ретикулярной стромы // Арх. анат. 1975. Т. 70, вып. 2. С. 106–108.
11. Ямщиков Н. В., Кругляков П. П., Кошев В. И. и др. Гистогенез и структурная организация стенки полых и легочных вен крысы // Морфология. 2004. Т. 126, вып. 5. С. 30–33.
12. Patel V., Tgwebe T., Mast H. et al. Superior vena cava syndrome: current concepts of management // New Engl. J. Med. 1995. Vol. 92. P. 245–248.
13. Stewart J. K., Kuo W. T., Hovsepian D. M. et al. Portal venous remodeling after endovascular reduction of pediatric autogenous portosystemic shunts // J. Vasc. Interv. Radiol. 2011. Vol. 22, № 8. P. 1199–1205.
14. Zeitner T. B., Caduff J. H., Gehr P. et al. The postnatal development and growth of the human lung I Morphometry // Resp. Physiol. 1987. Vol. 67, № 3. P. 247–267.

Поступила в редакцию 20.12.2014
Получена после доработки 27.05.2015

STRUCTURAL TRANSFORMATION OF CRANIAL CAVAL VEINS IN POSTNATAL ONTOGENESIS (A MORPHOMETRIC STUDY)

A. U. Gadzhiyeva, S. A. Blinova

The peculiarities of structural transformations of different portions of the cranial caval veins were studied in 60 rats at Days 1–30 after birth. The alternating periods of rapid and slow increase in the length of the cranial caval veins were identified. Wall thickness in all the parts of the right cranial caval vein increased less significantly as compared with its length during the early period after birth (Days 1–11). At Days 16–30, the rate of growth of the length was reduced, while the vessel wall thickness increased. This regularity was not observed in the development of the left cranial caval vein. Instead, this vessel demonstrated alternating periods of accelerated and decelerated growth of the wall thickness.

Key words: *cranial caval veins, postnatal ontogenesis, morphometry, rat*

Department of Normal Human Anatomy with Operative Surgery and Topographic Anatomy; Department of Histology, Cytology and Embryology, Samarkand State Medical Institute, Uzbekistan