

Л. М. Железнов, Д. Н. Лященко, Л. О. Шаликова и Э. Н. Галева

ТОПОГРАФИЯ СЕРДЦА И КРУПНЫХ СОСУДОВ СРЕДОСТЕНИЯ В РАННЕМ ПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА

Кафедра анатомии человека (зав. — проф. Л. М. Железнов), Оренбургская государственная медицинская академия

У 176 плодов на 16–23-й неделе внутриутробного развития проведено количественное исследование изменений топографии камер, перегородок и клапанов сердца, аорты, легочного ствола и верхней полой вены. В исследовании использованы методы Н. И. Пирогова, макромикроскопического препарирования и изготовления гистотопограмм в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях. Получены данные о голо-, скелето- и синтопии сердца и сосудов средостения в раннем плодном периоде онтогенеза человека. Эти данные следует учитывать при проведении диагностических ультразвуковых и магнитно-резонансных исследований плода и хирургических вмешательствах на плодах.

Ключевые слова: сердце, сосуды средостения, топография, плод

Стремительное внедрение скрининговых ультразвуковых обследований плода, успешные оперативные вмешательства при некоторых пороках сердца плода непосредственно во время беременности, успехи неонатологии в выхаживании недоношенных детей [6, 8] влекут за собой необходимость проведения топографоанатомических исследований в плодном периоде онтогенеза человека. В последние годы опубликованы исследования по топографии камер и перегородок сердца [5], его клапанного аппарата, крупных сосудов средостения в раннем плодном периоде онтогенеза человека [7].

Целью настоящего исследования явился анализ закономерностей становления топографии и локализации сердца человека и составляющих его структур в раннем плодном периоде онтогенеза.

Материал и методы. Настоящее исследование выполнено на 176 плодах человека обоего пола в возрасте от 16 до 23 нед из коллекции кафедры анатомии человека Оренбургской государственной медицинской академии, полученных при прерывании нормально протекающей беременности по социальным показаниям (в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 8 мая 1996 г. № 567 и № 485 от 11 августа 2003 г.) с соблюдением соответствующих этических и деонтологических норм. Возраст плодов определяли по теменно-пяточному, теменно-копчиковому размерам, а также с учетом акушерского анамнеза. Исследованный материал был отнесен к раннему плодному периоду, при этом использована классификация А. П. Милованова и В. С. Савельевой [4].

Морфологическая обработка материала включала его фиксацию в 10% растворе формальдегида, макромикроскопическое препарирование. Использован также метод распилов фиксированных торсов плодов по Н. И. Пирогову в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях, гистотопографический метод с окраской гистотопограмм по Ван-Гизону. Комплексное применение этих методов позволило получить исчерпывающие сведения о голо-, скелето- и синтопии сердца в целом, его клапанов, камер и перегородок, а также крупных сосудов средостения, не только описательного, но и количественного характера.

Данные, полученные в результате исследования, анализировали с применением стандартного статистического пакета «Microsoft Excel 2003». О значимости различий судили по t-критерию Стьюдента, при этом различия считали значимыми при $P < 0,05$.

Результаты исследования. В срок 16 нед предсердный комплекс расположен кверху и кпереди, а желудочковый — книзу и несколько кзади или на одной оси с предсердным комплексом. К 23-й неделе развития плода желудочковый комплекс начинает занимать переднее положение. В начале изученного периода правое ушко располагается между срединной и правой грудинной линиями, в конце — между срединной и правой окологрудинной линией. Верхняя граница правого ушка в срок 16 нед лежит на уровне II правого ребра (уровень нижнего края T_V), нижняя — позади V правого ребра (середина тела T_{VIII}), к 23-й неделе эти границы опускаются на одно межреберье. Полость правого ушка значительно превосходит размеры собственно полости право-

Сведения об авторах:

Железнов Лев Михайлович (e-mail: lmz-a@mail.ru), *Лященко Диана Наилевна* (e-mail: Lyaschenkod@mail.ru),
Шаликова Людмила Олеговна (e-mail: chemerisova@yandex.ru), *Галеева Эльвира Науфатовна* (e-mail: galeewa.elwira@yandex.ru),
кафедра анатомии человека, Оренбургская государственная медицинская академия, 460000, Оренбург, ул. Советская, 6

го предсердия. Границы левого предсердия в срок 16 нед располагаются между срединной линией и левым краем грудины, а к 23-й неделе — между левым краем грудины и левой окологрудинной линией. Верхняя и нижняя границы в изученные сроки не изменяются и соответствуют уровню II межреберного промежутка и нижнему краю V реберного хряща слева (уровни T_V – T_{VII} — верхний край T_{VIII}). Межпредсердная перегородка располагается по срединной сагиттальной линии на уровне со II по V межреберные промежутки (на уровнях T_V – T_{VIII}). Проекция овального отверстия расположена в III–IV межреберных промежутках (на уровне T_{VII} – T_{VIII}) на протяжении всего периода. Правый желудочек в срок 16 нед проецируется между правой и левой грудинной линией, к 23 нед располагается между правой грудинной и левой окологрудинной линиями. На переднюю грудную стенку он проецируется по центру грудины и позади её левого края, с уровня хряща III ребра до верхнего края хряща VI (уровни T_V – T_{VIII}). Проекция левого желудочка в срок 16 нед расположена между срединной и левой окологрудинной линиями, а в 23 нед — между левыми окологрудинной и среднеключичной линиями, несколько кнаружи от последней, с уровня III по VI реберные хрящи. Относительно позвоночного столба желудочек лежит с уровня T_{VI} по уровень T_{VIII} . Межжелудочковая перегородка в 16 нед проецируется между срединной и левой грудинной линиями, а к 23 нед — между левой грудинной и левой окологрудинной линиями с уровня верхнего края хрящей III–V ребер (в начале периода) и от верхнего края III ребра до V межреберного промежутка или верхнего края VI ребра в конце периода (уровни T_{VI} – T_{VIII}).



Рис. 1. Горизонтальный срез торса плода по Н. И. Пирогову на уровне «трёх сосудов» (скелетотопический уровень T_V).

Вид снизу, плод 22 нед развития

Положение крупных сосудов средостения в изученном периоде онтогенеза существенно не изменяется, но имеет варианты своей локализации. Так, восходящая аорта может выходить из сердца на уровне от тела позвонка T_{VI} до нижнего края T_{VII} . Наиболее часто (в 64% наблюдений) эта часть аорты начиналась на уровне тела T_V — верхнего края T_{VI} , в 21% случаев — на уровне нижнего края T_{IV} — верхнего края тела T_V , еще у 15% плодов начало восходящей аорты приходится на уровень тела T_{VI} . Скелетотопия дуги аорты показывает, что она в 46% случаев определяется на уровне тела T_{III} , в 54% наблюдений — верхнего края T_{IV} . Дуга аорты у плода небольшая по протяженности и занимает по высоте 1–1,5 позвонка.

Грудная часть нисходящей аорты может начинаться на уровне от верхнего края T_{III} до нижнего края T_{IV} позвонка. Наиболее часто — в 61% случаев — данная часть аорты начинается на уровне нижнего края позвонка T_{III} , в 22% наблюдений — приходится на уровень межпозвонкового диска T_{III} – T_{IV} и верхнего края T_{IV} , еще у 17% плодов зафиксировано начало грудной аорты на уровне тела и нижнего края T_{IV} позвонка.

Легочный ствол, в отличие от восходящей аорты и верхней полой вены, имеет не строго вертикальный ход, поэтому идет спереди назад, снизу вверх с отклонением чуть влево. Относительно позвоночника он может отходить от сердца на уровне от тела T_{III} до верхнего края T_V , наиболее часто — на уровне T_{IV} .

Формирование верхней полой вены может происходить на уровне от верхнего края яремной вырезки грудины (36% наблюдений) до нижнего края II грудного позвонка (64%), при этом на переднюю грудную стенку место их соединения проецируется между правой окологрудинной и правой среднеключичной линиями, чаще — по правой окологрудинной линии. Верхняя полая вена у плодов 16–22 нед развития на уровне от верхнего края T_{IV} до тела T_{VI} впадает в правое предсердие. Наиболее часто (в 57% наблюдений) сосуд впадает в сердце на уровне верхнего края и тела позвонка T_{IV} , несколько реже (у 32% плодов) этот уровень приходится на нижний край T_{IV} — тело T_V , в 11% вена впадает на уровне нижнего края T_V — тела T_{VI} .

Начальные отрезки восходящей аорты, легочного ствола и устье верхней полой вены формируют на горизонтальных срезах на уровнях T_{III} – T_V характерную картину «трёх сосудов», использующуюся как анатомический ориентир при ультразвуковых исследованиях плода (рис. 1).

Морфометрические характеристики взаимоотношений крупных сосудов средостения и органов грудной полости на этапах раннего плодного периода онтогенеза человека ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, мм — расстояние между центрами структур на уровнях соответствующих горизонтальных срезов)

Кровеносные сосуды	Возраст плода, нед	Пищевод	Грудная аорта	Легочный ствол	Левый главный бронх	Правый главный бронх	Левое ушко сердца	Правое ушко сердца
Восходящая аорта	16	3,6±0,4	4,0±0,4	0,76±0,22	2,00±0,17	2,59±0,12	2,3±0,3	0,41±0,12
	23	5,0±0,4*	7,2±0,3	0,37±0,14*	3,2±0,4	3,2±0,3	3,39±0,28	0,69±0,17*
Верхняя полая вена	16	3,30±0,20	5,0±0,3	4,5±0,3	2,4±0,3	0,70±0,05	5,9±0,4	0,200±0,010
	23	5,5±0,4*	6,8±0,5*	5,2±0,4	4,6±0,6	1,30±0,15	6,3±0,6	2,0±0,4
Грудная аорта (на уровне T _{III} -T _V)	16	0,400±0,010	—	6,2±0,5	0,79±0,11	2,5±0,6	4,3±0,3	6,9±0,5
	23	0,36±0,07	—	4,3±0,8*	0,33±0,09*	2,7±0,5	4,37±0,21	9,6±0,4*
Легочный ствол	16	6,1±1,4	4,8±0,8	—	3,9±0,6	6,2±1,1	0,100±0,020	1,63±0,18
	23	5,7±1,2	4,8±0,9	—	2,4±0,3*	5,9±0,8	0,100±0,010	1,7±0,5
Нижняя полая вена	16	1,6±0,3	4,5±0,4	—	—	—	—	—
	23	2,1±0,3	5,6±0,3*	—	—	—	—	—

* Различия в возрастных группах значимы при $P < 0,05$.

Количественные показатели синтопических взаимоотношений крупных сосудов грудной полости с её органами представлены в *таблице*.

Клапан аорты в 85% проецировался в области левых $2/3$ тела грудины со смещением влево на 2–3 мм, т. е. определялся в парасагиттальных плоскостях между правой грудинной и левой окологрудинной линиями. В 15% встречалось срединное положение клапана — между левой и правой грудинными линиями, в этом случае проекция середины клапана приходилась на переднюю срединную линию.

Проекция клапана легочного ствола сердца плода на переднюю грудную стенку всегда приходилась на её левую половину. Наиболее часто в сагиттальной проекции клапан находился между левыми грудинной и окологрудинной линиями (59,1%), в 22,7% определялся по левой окологрудинной линии и в 18,2% — по левой грудинной линии, частично захватывая область левой трети грудины.

Проекция отверстия правого предсердно-желудочкового клапана на переднюю грудную стенку всегда приходилась на тело грудины, чаще на правые её две трети. На сагиттальных срезах трехстворчатый клапан находился между правой и левой грудинной линиями. Во всех случаях клапан определялся на распилах, выполненных по срединной линии. В 12% наблюдений медиальный отдел фиброзного кольца клапана доходил до середины расстояния между левыми грудинной и окологрудинной линиями. Относительно межреберий трёхстворчатый клапан проецировался в диапазоне от III до V межреберного промежутка, как правило, занимая расстояние, равное одному

ребру и межреберному промежутку. В 80% клапан определялся на уровне от верхнего края IV ребра до нижнего края V (VI ребро — 21,7%, IV межреберье — 33,3%, V ребро — 25%). В 16,7% клапан определялся на уровне III межреберья, и в 3,3% случаев проекция опускалась до V межреберья.

Положение отверстия левого предсердно-желудочкового клапана было менее вариabельным: он проецировался на переднюю грудную стенку в 82% между левыми грудинной и окологрудинной линиями, в 18% достигая срединной линии и находясь при этом на уровнях от нижнего края III ребра до V межреберья. Относительно позвоночного столба клапан лежал на уровне от тела позвонка T_{VI} до нижнего края тела T_{VIII} (рис. 2).



Рис. 2. Внешний вид клапанов сердца у плода 21 нед развития.

Предсердия удалены. Просветы аорты и легочного ствола вскрыты. Макромикроскопическое препарирование

Обсуждение полученных данных. Развитие новых медицинских технологий требует соответствующего анатомического обоснования. Пики развития прикладной анатомии, созданной Н. И. Пироговым, приходится на моменты становления детской хирургии [2, 3], хирургии новорожденных [1]. Сегодня уже плод приобретает статус пациента [5–8]. Полученные в исследовании сведения о скелето-, голо- и синтопии камер и перегородок сердца, его клапанного аппарата и крупных сосудов средостения в возрасте плода 16–23 нед отличаются новизной, они не отражены в известных топографоанатомических руководствах [1–3] и таким образом дополняют данные по возрастной анатомии и топографии изученных структур. Границы сердца плода в изученном периоде внутриутробного развития, а также места проекции клапанов сердца не совпадают с соответствующими показателями у новорожденных и детей, отличаясь на 1–2 межреберья [1, 2].

Нами изучены проекции структур сердца и крупных сосудов средостения не только на переднюю грудную стенку [2], но и на позвоночный столб (стабильная осевая структура развивающегося плода), что позволит оптимизировать ультразвуковую кардиоскопию и магнитно-резонансные исследования грудной полости в пренатальном онтогенезе [5, 8]. Для этого можно рекомендовать следующие стандартные анатомические горизонтальные уровни указанных исследований плодов 16–23 нед развития: для оценки камер и перегородок сердца — уровень $T_{VI}-T_{VII}$ («срез четырёхкамерного сердца», используемый в пренатальной эхографии [5]), для сосудов средостения — уровень $T_{III}-T_{IV}$ («срез на уровне трёх сосудов» [5]), для клапана легочного ствола — уровень $T_{IV}-T_{VI}$, для клапана аорты — уровень $T_{VI}-T_{VII}$, для двухстворчатого клапана — уровень $T_{V}-T_{VIII}$, а для трёхстворчатого — уровень $T_{VI}-T_{VIII}$.

Для оценки развития сердца и сосудов в возрасте плода 16–23 нед могут быть важными полученные нами новые сведения по количественным характеристикам синтопических взаимоотношений между внутригрудными структурами (см. таблицу). Из таблицы видно, что эти параметры не только значимо возрастают на протяжении периода, но некоторые, напротив, уменьшаются, а ряд практически не изменяются.

Полученные данные по скелето- и голотопии изученных структур можно также рекомендовать

для анатомического обоснования разрабатываемых кардиохирургических вмешательств на плодах [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобрик И. И. и Минаков В. И. Атлас анатомии новорожденного. Киев, Здоровье, 1990.
2. Бокерия Л. А. и Беришвили И. И. Хирургическая анатомия сердца. Т. I. Нормальное сердце и физиология кровообращения. М., изд. НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2006.
3. Валькер Ф. И. Морфологические особенности развивающегося организма. Л., Медгиз, 1959.
4. Внутриутробное развитие человека: Руководство для врачей. Под ред. А. П. Милованова и С. В. Савельева. М., МДВ, 2006.
5. Галеева Э. Н. Топографическая анатомия камер и перегородок сердца в раннем плодном периоде онтогенеза: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Оренбург, 2008.
6. Медведев М. В. Пренатальная эхография. М., Реал Тайм, 2005.
7. Шаликова Л. О. и Лященко Д. Н. Особенности изучения фетальной топографической анатомии сердца, внутрисердечных структур и крупных средостенных сосудов человека классическими морфологическими методами. Вестн. Оренбургск. гос. ун-та, 2011, № 16 (135), с. 370–372.
8. Antsaklis A. Fetal surgery: new developments. Ultrasound Rev. Obstet. Gynecol., 2004, v. 4, № 4, p. 245–251.
9. Trop I. and Levine D. Normal fetal anatomy as visualized with fast MRI. Top. Magn. Reson. Imaging, 2001, v. 12, № 1, p. 3–17.

Поступила в редакцию 05.02.2013

Поступила после доработки 11.04.2013

TOPOGRAPHY OF THE HEART AND MAJOR MEDIASTINAL VESSELS IN THE EARLY FETAL PERIOD OF HUMAN ONTOGENESIS

L. M. Zheleznov, D. N. Lyashchenko, L. O. Shalikova and E. N. Galeeva

In 176 human fetuses at prenatal weeks 16–23, the quantitative study was performed to evaluate the changes of topography of the hearts chambers, septum and valves, aorta, pulmonary trunk and superior vena cava. The method of N. I. Pirogov, macro-microscopical dissection and preparation of the histotopographical sections in three mutually perpendicular planes were used. As a result of this study, the data on holotopy, skeletotopy and sintopy of the heart and major mediastinal vessels in the early fetal period of human ontogenesis, were obtained. These data may be used as reference parameters during the diagnostic ultrasonographic and magnetic resonance tomographic studies of fetuses and during surgical operations performed on fetuses.

Key words: heart, mediastinal vessels, topography, fetus

Department of Human Anatomy, Orenburg State Medical Academy