

Строение ушек сердца плода человека на 16-28 неделе антенатального развития

Филиппова Е.С., ассистент кафедры анатомии человека ГОУ ВПО УГМА Росздрава, г. Екатеринбург

The structure of the atrial appendages in fetuses at 16-28 weeks of gestation

Filippova E.S.

Резюме

Анатомия ушек сердца плода человека приобретает большое практическое значение в связи с развитием фетальной кардиохирургии и пренатальной диагностики врожденных пороков сердца. Морфологическими методами исследованы ушки 145 сердец от трупов плодов человека 16-28 недель внутриутробного развития. Изучены индивидуальная и возрастная изменчивость положения, формы и размеров предсердных ушек. Определены корреляционные взаимоотношения морфометрических параметров ушек, сердца и плода. Выделены критерии различия правого (ПУС) и левого (ЛУС) ушек. ЛУС имеет более варибельную форму и рельеф краев, чем правое. У плодов в возрасте 16-28 недель ушко левого предсердия узкое и длинное, правого – широкое и короткое. На протяжении исследуемого периода левое ушко сердца растет, преимущественно, в длину, а правое – в ширину, и к 28 неделе антенатального онтогенеза разница в размерах между ПУС и ЛУС уменьшается. Внутренние стенки ушек тоньше, чем наружные. Толщина стенки уменьшается по направлению от верхнего края к нижнему. В стенках ушек обнаружены участки, не содержащие мышечных волокон.

Ключевые слова: сердце плода, ушки сердца, анатомия сердца

Summary

Anatomy of the fetus heart atrial appendages has been assuming ever greater importance in the context of the fetal cardiac surgery and the prenatal diagnostic development. The heart auricles of 145 fetuses at 16-28 weeks of gestation were studied by morphological methods. Individual and age variability of atrial appendages location, form and size was described. Correlation analysis was done for morphometric parameters of auricle, heart and fetus. The characters of distinction between left atrial auricle (LAA) and right atrial auricle (RAA) were determined. The LAA has more complicated form and relief of margins then the RAA. In fetuses at 16-28 weeks of gestation the LAA is thin and long but the RAA is wide and short. Ranging from 16-28 weeks of gestation the LAA grows mainly in width while the RAA grows lengthwise and the difference between LAA and RAA decrease to the end of the period. The internal walls of atrial auricles are thicker then external wall. There are areas without myocardium in the walls of heart auricles.

Keywords: fetus heart, atrial appendages, heart anatomy

Введение

Ушки сердца играют важную роль как в нормальной жизнедеятельности организма человека, так и в патогенезе различных заболеваний. Доказан вклад ушек сердца в формирование сердечного выброса [1]. Подтверждены их эндокринная функция [2,3] и участие в возникновении чувства жажды при гиповолемии [4]. В случае развития хронической сердечной недостаточности, ушки сердца, благодаря своей пластичности, компенсируют избыточное давление в предсердиях. У пациентов с фибрилля-

цией предсердий левое ушко сердца (ЛУС) в 90% случаев становится местом образования тромбов, поэтому с профилактической целью оно удаляется или подвергается транскатетерной окклюзии [5]. Ушки могут быть источником фокальной предсердной тахикардии, и, в этих случаях, являются объектом транскатетерной абляции [6,7]. В антенатальном онтогенезе ушки сердца выполняют специфическую гемодинамическую функцию, связанную с особенностями плодного кровообращения. Патология предсердных ушек у плода связана с более выраженными клиническими и структурными проявлениями, чем у взрослого человека. Характер дисфункции ушек сердца при различных патологических состояниях у плода не известен, но в будущем, вероятно, станет предметом активного изучения врачей и морфологов. Сегодня, описывая ушки сердца на внутриутробном этапе их развития, мы создаем топографо-анатомическую базу для последующих клинических исследований.

Ответственный за ведение переписки -
Филиппова Екатерина Сергеевна
620042, г. Екатеринбург, ул. 22 Партсъезда, 7а, кв. 10
Тел. 89126380286
E-mail: finik@r66.ru

Фетальная медицина достигла больших успехов. Диагностика врожденных пороков сердца (ВПС) возможна с 16 недели внутриутробного развития. Знание возрастных и индивидуальных особенностей размеров и топографии ушек предсердий имеет значение для диагностики структурных аномалий сердца у плода [8]. Для раннего выявления изомерии предсердий необходимо выделение критериев различия правого и левого ушек сердца в пренатальном периоде онтогенеза. Такие критерии описаны для взрослых сердец, но не определены для плода [9].

Кардиохирурги сегодня не только осуществляют коррекцию ВПС в первые часы после рождения ребенка, но и оперируют на сердце плода *in utero* [10]. Через левое ушко сердца осуществляется хирургический доступ к митральному клапану, правое используется не только как удобный подход к межпредсердной перегородке, но и как материал для ушивания дефектов стенки правого предсердия [11].

Несмотря на большое клиническое значение ушек сердца плода, их морфометрические параметры и топография до сих пор остаются мало изученными.

Цель исследования – определить характер индивидуальной и возрастной изменчивости правого (ПУС) и левого (ЛУС) ушек сердца плода человека на 16 - 28 неделях внутриутробного развития.

Материалы и методы

Макроскопически исследованы ушки 145 сердец от трупов плодов человека 16 - 28 недель развития. Препараты фиксировали в 10 % растворе формалина. Возраст плодов определяли по темнно-копчиковой длине (способ Moll). В соответствии с возрастом плодов препараты были разделены на группы: 16-18, 19-20, 21-22, 23-24, 25-26 и 27-28 недель. Измерения проводили при помощи бинокулярной лупы МБС-2 с окулярной вставкой, проверенной

по объект-микрометру (ГОСТ 7513-75), и штангенциркуля с миллиметровой шкалой ШЦ-II-150-0,05 (ГОСТ 166-89). Гистотопографию ушек сердца изучали на 5 плодах 21-25 недель развития. ПУС и ЛУС заливали в парафин целиком. С каждого препарата делали гистологические срезы толщиной 8-10 мкм в плоскости, перпендикулярной продольной оси ушка, с окраской гематоксилин-эозином. Для исследования микропрепаратов использовали цифровой микроскоп JJ-Optics Digital Lab. Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программного пакета SPSS 14.0 for Windows. Оценку статистической значимости различий проводили по непараметрическому критерию Манна-Уитни. Различия считались достоверными при $p < 0,05$. Для определения тесноты связи между переменными использовали коэффициент корреляции Спирмана.

Результаты и обсуждение

В течение рассматриваемого периода внутриутробного развития внутренняя поверхность ЛУС прилежит к передней стенке левого желудочка, передней межжелудочковой борозде и, частично, к передней стенке правого желудочка (рис. 1). Начальный отдел ушка находится в венозной борозде. Справа от ушка - легочный ствол. На 16-28 неделях внутриутробного развития ПУС находится в венозной борозде, его внутренняя поверхность лежит на передней стенке правого желудочка. Аорта проходит слева от ушка таким образом, что верхний край ушка огибает ее. В 15% случаев верхушка правого ушка касается также легочного ствола. В одном препарате в стенке правого предсердия позади правого ушка обнаружено выпячивание конусовидной формы – дивертикул ПУС.

Для оценки изменения положения ушек сердца в течение пренатального периода онтогенеза использовался показатель, равный отношению расстояния между вер-

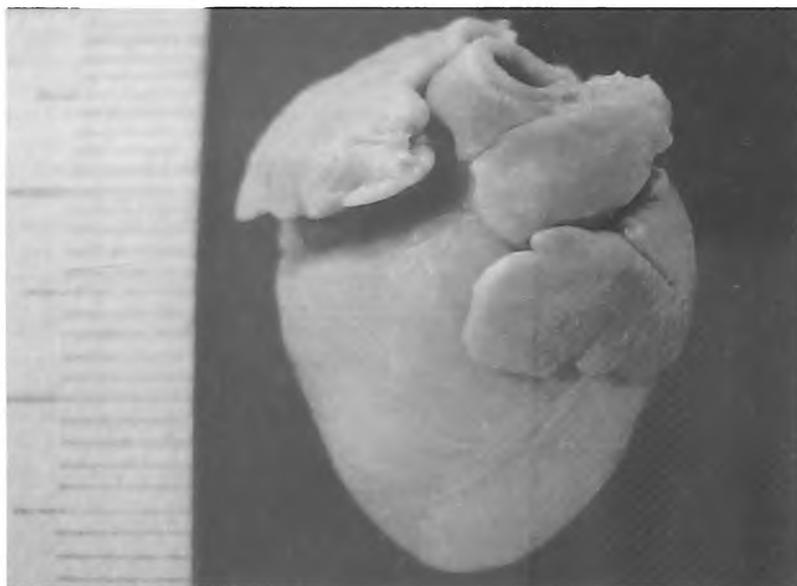


Рис. 1. Сердце плода человека на 17 неделе внутриутробного развития



Рис. 2. Гистологическая структура стенки ушка сердца плода человека (окраска гематоксилином и эозином, увеличение $\times 250$).

хушкой ушка и верхушкой сердца к длине сердца. С 16 по 28 неделю внутриутробного развития отмечено увеличение этого показателя от $0,96 \pm 0,05$ до $1,03 \pm 0,06$ для ПУС и от $0,72 \pm 0,04$ до $0,80 \pm 0,04$ для ЛУС, то есть с возрастом верхушки ушек удаляются от верхушки сердца.

Выделено 3 варианта формы ПУС плода: треугольная (56,5%), овальная (28,3%), неправильная четырехугольная (15,2%) и 5 вариантов формы левого: червеобразная (29,3%), S-образная (25,7%), неправильная четырехугольная (21,4%), овальная (12,9%) и треугольная (10,7%). Статистически значимых различий в частоте встречаемости определенных форм правого и левого ушек в рассматриваемых возрастных группах не выявлено. Это свидетельствует о том, что форма ушка на протяжении 16-28 недель внутриутробного развития не меняется. В 24% случаев верхний и в 21% случаев нижний край ПУС ровные. У 64,5% сердец верхний край правого ушка имеет одну или две вырезки, у 11,5% - 3 - 5 вырезок. По нижнему краю ПУС встречается, как правило, от одной до четырех вырезок (74%), реже - 5 - 7 (5%). По краям ЛУС может быть от 1 до 15 вырезок. Чаще всего верхний край несет 1 - 4 вырезки (77,5%), нижний - 4-7 вырезок (60%).

Длина ПУС по наружной поверхности колеблется от 5 до 22 мм. На 16-18 неделе она равна $8,60 \pm 1,29$ мм, на 19-20-й - $10,72 \pm 2,77$ мм, на 21-22-й - $10,28 \pm 2,61$ мм, на 23-24-й - $11,85 \pm 2,46$ мм, на 25-26-й - $11,30 \pm 2,21$ мм, на 27-28-й - $14,33 \pm 3,60$ мм. Для ЛУС эти параметры составляют: $10,00 \pm 1,87$ мм; $10,93 \pm 2,19$ мм; $10,59 \pm 2,71$ мм; $11,57 \pm 1,96$ мм; $12,28 \pm 1,56$ мм; $15,00 \pm 3,29$ мм; минимально - 3 мм, максимально - 19 мм.

Длина ПУС по внутренней поверхности варьирует от 3,5 до 17 мм и имеет размеры: на 16-18 неделе - $5,20 \pm 1,04$ мм, на 19-20-й - $7,46 \pm 2,22$ мм, на 21-22-й - $7,01 \pm 2,01$ мм, на 23-24-й - $8,01 \pm 2,38$ мм, на 25-

26-й - $8,1 \pm 2,02$ мм, на 27-28-й - $11,58 \pm 3,68$ мм. Для ЛУС: $7,6 \pm 1,81$ мм; $9,51 \pm 2,62$ мм; $8,61 \pm 2,348$ мм; $8,81 \pm 2,39$ мм; $10,02 \pm 2,01$ мм; $12,2 \pm 2,7$ мм; от 4,0 мм до 14,5 мм.

Наименьшая ширина ПУС в области основания - 5 мм, наибольшая - 19,5 мм. Эта величина изменяется следующим образом: на 16-18 неделе - $8,50 \pm 1,87$ мм, на 19-20-й - $8,47 \pm 1,51$ мм, на 21-22-й - $8,29 \pm 1,36$ мм, на 23-24-й - $9,84 \pm 2,16$ мм, на 25-26-й - $9,92 \pm 1,93$ мм, на 27-28-й - $11,08 \pm 2,57$ мм. Для ЛУС: $6,50 \pm 0,70$ мм; $7,16 \pm 1,81$ мм; $7,36 \pm 2,123$ мм; $7,55 \pm 1,28$ мм; $7,88 \pm 1,47$ мм; $9,0 \pm 1,27$ мм в пределах от 4 до 11 мм.

Ширина ПУС в области верхушки варьирует от 0,5 до 8,5 мм. В исследуемые периоды она равна: $3,44 \pm 0,99$ мм; $2,56 \pm 1,33$ мм; $2,91 \pm 1,31$ мм; $3,44 \pm 1,54$ мм; $3,90 \pm 1,76$ мм; $4,83 \pm 1,33$ мм. Для ЛУС отмечены следующие величины этих параметров: $2,80 \pm 0,57$ мм; $2,71 \pm 1,39$ мм; $3,46 \pm 1,41$ мм; $3,19 \pm 1,47$ мм; $3,47 \pm 1,73$ мм; $2,90 \pm 1,38$ мм; они изменяются в пределах от 0,5 до 7 мм.

С помощью коэффициента корреляции Пирсона проанализирована зависимость между размерами сердца, ушек и плода. Для большинства величин выявлена прямая положительная зависимость. Заметная степень тесноты связи ($0,51 \leq r \leq 0,7$) прослеживается между длиной левого ушка по наружной поверхности и: а) длиной левого ушка по внутренней поверхности; б) шириной левого ушка в области основания в) шириной сердца; шириной левого ушка в области основания и: а) окружностью сердца по венечной борозде; б) теменно-пяточным размером плода. Коэффициенты корреляции между остальными рассмотренными параметрами выражают умеренную ($0,31 \leq r \leq 0,5$) или слабую ($r \leq 0,3$) тесноту связи. Для каждого из ушек наибольшая корреляция выявляется между длиной по наружной поверхности, длиной по внутренней поверхности и шириной в области основания. Ширина левого ушка в области вер-

хушки находится в обратной зависимости от большинства рассмотренных величин, что говорит о замедлении роста левого ушка в области верхушки на 25-26 неделях внутриутробного развития. При сравнении размеров правого и левого ушек наибольшая зависимость наблюдается между длиной ушек по наружной поверхности, длиной правого ушка по внутренней поверхности и длиной левого по наружной поверхности, шириной правого ушка в области основания и длиной левого ушка по наружной поверхности. С размерами сердца и плода в наибольшей степени коррелирует длина правого и левого ушек по наружной поверхности. Однако, параметры правого ушка находятся в большей зависимости от размеров сердца, чем параметры левого. Связь морфометрических характеристик ушек с теменно-пяточным размером плода больше, чем с теменно-копчиковым.

Проанализирована зависимость между размерами сердца, ушек и плода. Для каждого из ушек наибольшая корреляция выявляется между длиной по наружной поверхности, длиной по внутренней поверхности и шириной в области основания. Ширина левого ушка в области верхушки находится в обратной зависимости от большинства рассмотренных величин, что говорит о замедлении роста левого ушка в области верхушки на 25-26 неделях внутриутробного развития. С размерами сердца и плода в наибольшей степени коррелирует длина правого и левого ушек по наружной поверхности.

Отмечена следующая толщина наружной стенки ПУС на 21-25 неделе развития: $0,57 \pm 0,11$ мм по верхнему краю и $0,12 \pm 0,05$ мм – по нижнему. Толщина внутренней стенки - $0,69 \pm 0,08$ мм сверху и $0,16 \pm 0,04$ мм внизу. Наружная стенка ЛУС в области верхнего края имеет толщину $0,34 \pm 0,09$ мм, в области нижнего - $0,14 \pm 0,004$ мм. Для внутренней стенки эти величины следующие: $0,67 \pm 0,04$ мм и $0,17 \pm 0,01$ мм. Стенки ушка состоят из трех слоев: эпикарда, миокарда и эндокарда. В наружной и внутренней стенках ПУС и ЛУС, ближе к нижнему краю, встречаются участки толщиной $0,03 - 0,08$ мм, в которых мышечный слой очень тонкий или отсутствует.

Толщина стенок ПУС и ЛУС по верхнему краю

больше, чем по нижнему. Внутренние стенки ушек толще, чем наружные. У правого ушка наружная стенка по верхнему краю имеет большую толщину, чем стенка левого. Статистически значимых различий между размерами стенок ушек сердца в других отделах не выявлено.

Выводы

Получены статистически достоверные данные о морфометрических параметрах ушек сердца плода человека. Результаты показывают, что у плодов в возрасте 16 - 28 недель левое ушко длиннее по наружной и внутренней поверхностям, правое - шире в области основания и в области верхушки. Исходя из отношения ширины ушка в области основания к длине по наружной поверхности, правое ушко можно определить как «широкое и короткое», а левое – как «узкое и длинное». В течение рассмотренного периода левое ушко сердца растет преимущественно в ширину, а правое – в длину, и к 28 неделе разница в размерах между правым и левым ушками уменьшается. По сравнению с правым, левое ушко сердца имеет более сложную форму и рельеф краев. Различия в размерах, форме и строении стенок между ПУС и ЛУС отмечаются всеми исследователями их анатомии. Эти различия объясняются неодинаковым происхождением ушек сердца. Стенки левого ушка формируются из двух источников: первичного предсердия и венозного синуса, а стенки правого полностью развиваются из первичного предсердия. В сердце плода почти весь поток крови из нижней полой вены проходит через овальное отверстие в левое предсердие. Левое ушко испытывает более сильное давление крови и, в большей степени, чем правое, увеличивается в размерах.

Наличие безмышечных участков в стенках ушек делает их более пластичными и позволяет компенсировать избыточное диастолическое давление в полости предсердий.

Выделенные критерии различия правого и левого ушек сердца могут быть использованы в ходе пренатальной диагностики врожденных пороков сердца для выявления изомерии предсердий. ■

Литература:

- Massoudy P, Beblo S, Raschke P et al Influence of intact left atrial appendage on hemodynamic parameters of isolated Guinea pig heart. *Eur J Med Res* 1998; 3 (10): 470 –4.
- Nakamura M, Niinuma H, Chiba M et al Effect of the Maze procedure for atrial fibrillation on atrial and brain natriuretic peptide. *Am J Cardio* 1997; (79): 966 –70.
- Yoshihara F, Nishikimi T, Kosakai Y et al Atrial natriuretic peptide secretion and body fluid balance after bilateral atrial appendectomy by the Maze procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 116 (2): 213 – 9.
- Zimmerman MB, Blaine EH, Stricker EM. Water intake in hypovolemic sheep: effects of crushing the left atrial appendage. *Science* 1981; 211(4481): 489 – 91.
- Bayard YL, Omran H, Neuzil P et al. PLAATO (Percutaneous Left Atrial Appendage Transcatheter Occlusion) for prevention of cardioembolic stroke in non-anticoagulation eligible atrial fibrillation patients: results from the European PLAATO study. *EuroIntervention* 2010; 6 (2): 220 - 6.
- Yamada T, Murakami Y, Yoshida Y et al. Electrophysiologic and electrocardiographic characteristics and radiofrequency catheter ablation of focal atrial tachycardia originating from the left atrial appendage. *Heart Rhythm* 2007; 3 (4): 1284 - 91.
- Zhang T, Li XB, Wang Y. L et al. Focal atrial tachycardia arising from the right atrial appendage: electrophysiologic and electrocardiographic characteristics and catheter ablation. *Int J Clin Pract* 2009; 63: 417 - 24.
- Kaulitz R, Ziemer G, Hofbeck M. Atrial isomerism and visceral heterotaxy. *Herz* 2004; (29): 686 - 694.
- Sharma S, Devine W, Anderson R H, Zuberbuhler J. R. The determination of atrial arrangement by examination of appendage morphology in 1842 heart specimens. *Br Heart J* 1988; (60): 227-31.
- Cocconi F, Mencassi A, Murzi B. Antenatal corrective cardiac surgery: An emerging area for technological innovation. *Minim Invasive Ther Allied Technol* 2010; 19 (3): 170 - 176.
- McElhinney D.B., Tworetzky W., Lock J.E. Current status of fetal cardiac intervention. *Circulation* 2010; 121 (10): 1256 - 63.