

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА
В ПРЕНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ****ГУ «Днепропетровская медицинская академия МОЗ Украины»****(г. Днепропетровск)**

Работа является фрагментом научных разработок кафедры анатомии человека Днепропетровской государственной медицинской академии по темам: «Развитие и становление сердца, его сосудов, папиллярно-трабекулярного и клапанного аппарата в онто- и филогенезе» (№ государственной регистрации 0101U000777) и «Морфогенез сердца и сосудов после экспериментальных вмешательств» (№ государственной регистрации 0106U012193).

Вступление. В настоящее время значительно увеличилась численность патологии сердечно – сосудистой системы, особенно возросло количество врожденных пороков сердца, которые сопровождаются значительными аномальными сдвигами формы и структуры органа [2, 4]. Изучением анатомии развития сердца, преобразованием формы органа в целом и структурных компонентов его стенки в пренатальном и раннем постнатальном онтогенезе занималась большое количество исследователей [1, 5, 8], но с внедрением в клинику неинвазивных методов исследований, которые позволяют объективно количественно оценивать анатомию сердца в процессе развития, возникает необходимость проведения направленного количественного изучения формообразующих процессов в сердце с целью достижения максимальной клинической информативности ультразвукового исследования. В настоящее время существует ряд публикаций, посвященных анатомо-эхокардиографическим сопоставлениям при изучении сердца, но большинство исследований касаются только постнатального периода онтогенеза. Вместе с тем важным является выявление аномалий развития сердца еще до рождения человека, что позволит предопределить тактику ведения преродового периода и разработку предложений по прерыванию беременности.

В последнее время появились работы, посвященные изучению формообразующих процессов в сердце человека на этапах пренатального развития [8], а также объемно – линейных характеристик полостей сердца и его стенок, но эти работы не охватывают весь период пренатального развития человека, ограничиваясь лишь отдельными диапазонами эмбрионального или плодного периодов [7]. В существующей научной литературе по морфологии сократительного, сосудистого, нервного

компонентов стенки сердца широко представлены их онтогенетические преобразования [6], но взаимоотношения между указанными компонентами на этапах онтогенеза описаны недостаточно полно [3]. В связи с этим возникает необходимость проведения комплексного анатомического исследования, которое позволит оценивать морфогенез сердца и основные процессы дифференцировки компонентов сердечной стенки на различных этапах пренатального онтогенеза.

Цель исследования – изучить формообразование сердца, его синтопии. и составить анализ взаимоотношений между различными структурными компонентами сердечной стенки в пренатальном периоде онтогенеза человека.

Объект и методы исследования. Материалом для исследования стали сердца и комплексы органов грудной полости эмбрионов и плодов человека. Абортариев и акушерско-гинекологических отделений г. Днепропетровска. Ультразвуковое исследование беременных женщин проводилось на клинической базе МСЧ № 6 г. Днепропетровска.

При проведении количественного морфологического исследования миокарда руководствовались общими принципами морфометрического и стереологического анализа [1, 2]. Для изучения пространственной ориентации, топографии, весовых показателей сердца и его отделов были использованы топографические срезы сердца и грудной клетки в разных плоскостях, препарирования, измерения массы и линейных размеров. Топографические срезы эмбрионов получали из парафиновых блоков, в которые было залито фиксированный материал; плодов – после предварительного замораживания. Топографические срезы получали в стандартных плоскостях, которые используются в ультразвуковом исследовании в клинике. Измерение массы сердца и его отдельных частей проводили по общепринятой методике. При измерении линейных параметров сердца определяли ширину (расстояние между наиболее удаленными точками во фронтальной плоскости), длину по передней поверхности (от верхушки сердца к месту отхождения аорты и легочного ствола) и по задней поверхности (от макушки до венечной борозды сердца).

Необходимые измерения проводили на гистологических или полутонких срезах миокарда (в зависимости от конкретной задачи). Для гистологического исследования парафиновые и парапластовые срезы толщиной 7 мкм готовили по общепринятой методике и окрашивали кислым гемалауном по Майеру с последующим докрасиванием 0,1% водным раствором эозина; железным гематоксилином Гейденгайна. Гистологические срезы, которые были изготовлены из ткани, фиксированной 10% нейтральным формалином, импрегнировали нитратом серебра. Для получения полутонких срезов использовали стандартную процедуру приготовления епоновых блоков. Полутонкой срезы толщиной 1 мкм окрашивали метиленовым синим – азуром II – основным фуксином.

Результаты исследований и их обсуждение.

Результаты проведенных исследований определили, что в процессе пренатального развития сердца человека наблюдается чередование периодов активизации скорости роста массы и линейных размеров сердца с периодами стабилизации роста. В динамике изменения линейных параметров следует выделить периоды наибольшей активности роста продольных размеров по сравнению с поперечными (эмбриональный и плодный периоды до 26-й недели развития) и фазы, когда рост сердца в ширину превалирует над ростом в длину (с 26-й по 40-ую неделю позднего плодного периода развития). Полученные результаты топографо-анатомического исследования определили, что на этапах пренатального онтогенеза человека синтопия сердца (по отношению к окружающим органам) испытывает слишком существенные сдвиги, которые необходимо учитывать при проведении эхокардиографического исследования матки на разных этапах беременности. В раннем плодном периоде (9-16

недель) сердце занимает третью часть грудной полости, его диафрагмальная поверхность имеет значительную протяженность, длинная ось сердца направлена примерно под прямым углом к сагиттальной оси грудной клетки. Объемы полостей предсердий немного превышают объемы полостей желудочков, толщина стенок правого и левого желудочков примерно одинакова.

Начиная с 20-й недели пренатального онтогенеза осуществляется выраженная трансформация междурганых взаимоотношений, которая предусматривает изменение синтопии сердца. Это определено поворотом сердца вокруг прямой оси и изменением угла между длинной сердечной и сагиттальной осями на острый угол 76-80°. Также наблюдается усиление роста желудочков и преимущественного увеличения толщины левого желудочка над правым. В среднем и позднем плодном периодах превалирует рост в ширину над ростом в длину. Для сердец эмбрионов и плодов человека характерно поперечное расположение в грудной полости, а также увеличение (по сравнению с дефинитивным состоянием) его объема в ней, которое сопровождается увеличением границ сердца влево. Линейные параметры сердца плодов при ультразвуковом исследовании в среднем на 8% меньше, чем при анатомическом. В позднем плодном периоде (32-40 недель) устанавливаются дефинитивные синтопические взаимоотношения между органами грудной полости и сердца. Длинная ось сердца направлена сзади наперед, сверху вниз, справа налево и образует с сагиттальной и поперечной осями, проведенными через грудную полость, острый угол 55-60°. Сердце в этот возрастной период характеризуется хорошо развитыми предсердиями и желудочками, межпредсердной и межжелудочковой перегородками; толщина

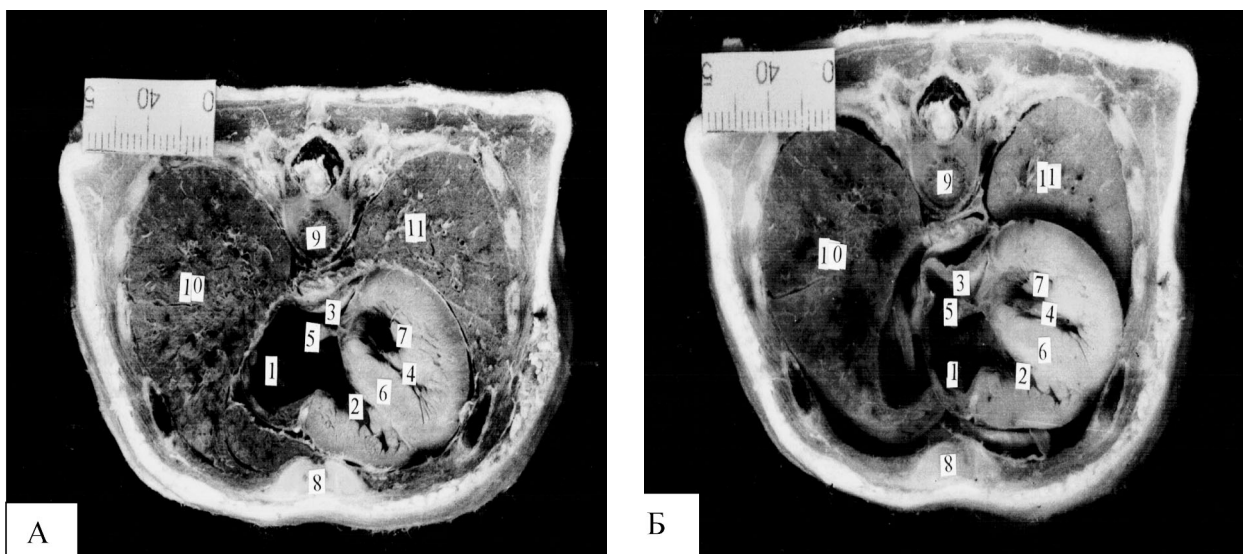


Рис. 1. Горизонтальный срез плода 40 недель на уровне 3-го (А) и 4-го (Б) межреберного промежутка. 1 - правое предсердие, 2 – правый желудочек, 3 – левое предсердие, 4 – левый желудочек, 5 – межпредсердная перегородка, 6 – межжелудочковая перегородка, 7 – сосочковая мышца, 8 – грудина, 9 – грудной позвонок, 10 – правое легкое, 11 – левое легкое.

стенок предсердий меньше, чем желудочков, объемы правого предсердия несколько превышают объем левого, а толщина стенки левого желудочка превышает толщину правого почти в два раза. Данные морфолого-анатомические преобразования достаточно отчетливо прослеживаются и на сканограммах плодов в этот возрастной период (рис. 1 – А, Б).

В раннем постэмбриональном периоде онтогенеза сердца мы наблюдали активное развитие элементов стромального аппарата. Это приводило к тому, что удельный объем соединительнотканых слоев достигал 10% от всего объема миокарда, а просветы капилляров занимали 11% тканевого объема. Аналогично изменялась также численная плотность эндотелиоцитов и фибробластов: активная пролиферация указанных клеточных компонентов в составе стромы обуславливала интенсивное их накопление в миокарде желудочков ранних плодов человека.

В конце раннего плодного периода наблюдалось изменение тканевой организации миокарда, рельефа сердечных полостей, степени развития терминального сосудистого русла. Так, толщина трабекул внутреннего слоя миокарда значительно увеличивалась, межтрабекулярные пространства, проникающая в толщу миокарда, сочетались с полостями желудочков узкими соустьями, при этом значительно уменьшалось их количество и размеры в сравнении с предыдущей возрастной группой. Активное развитие соединительнотканного компонента миокарда в раннем плодном периоде обуславливало организацию сократительных кардиомиоцитов в плотно упакованные мышечные пучки, удельный объем которых составил 65% от объема миокарда, то есть тех величин, которые характерны для сердца

40-недельных плодов человека. Результаты расчетов миоцитарно-стромального соотношения показали, что наиболее резкое снижение параметра происходило в эмбриональном периоде развития. В раннем плодном периоде скорость снижения величины миоцитарно-стромального соотношения заметно падала, а в течение среднего плодного периода значение параметра стабилизировалось на уровне 1,86-1,94. В течение позднего плодного периода внутриутробного развития вновь происходило снижение миоцитарно-стромального индекса за счет активного развития соединительнотканых элементов, в том числе сосудов гемомикроциркуляторного русла. Дефинитивный уровень миоцитарно-стромального соотношения достигался в сердце 36-недельных плодов.

Выводы. Таким образом, динамика изменения интегрирующих параметров сердца человека на этапах пренатального онтогенеза характеризуется периодами активизации скорости нарастания массы сердца и его линейных размеров и периодами относительной стабилизации. На этапах эмбрионального и раннего плодного периодов преобладает тенденция опережающего роста сердца в длину над ростом в ширину. Морфологические признаки дефинитивного уровня взаимоотношения между клеточными и тканевыми компонентами стенки сердца человека формируются на 36-й неделе пренатального онтогенеза человека.

Перспективы дальнейших исследований. В дальнейшем мы планируем рассмотреть сравнительную характеристику морфологически структурных особенностей стенки сердца предсердий и желудочков в пренатальном онтогенезе и при помощи ультразвукового метода исследования.

Литература

1. Абдул-Оглы Л. В. Этапы кардиогенеза в эмбриогенезе человека / Л. В. Абдул-Оглы // Вісник проблем біології і медицини. – 2008. – №2. – С. 151–153.
2. Автандилов Г. Г. Введение в количественную патологическую морфологию / Г. Г. Автандилов. – М.: Медицина, 1980. – 216 с.
3. Гнатюк М. С. Морфометрична оцінка вікових та патологічних змін кардіоміоцитів частин серцевого м'яза / М. С. Гнатюк, В. В. Франчук, П. Р. Сельський [та ін.] // Вісник наукових досліджень. – 2006. – Т. 44, №3. – С. 33–35.
4. Кирьякулов Г. С. Морфометрия сердца в норме / Г. С. Кирьякулов, Н. И. Яблчанский, В. Е. Шляхвер. – К.: Вища школа, 1990. – 152 с.
5. Козлов В. А. Развитие сердца в онтогенезе / В. А. Козлов, В. Д. Маковецкий, В. Д. Мишалов [и др.] // Актуальні питання морфології. (Під ред. проф. В. Г. Ковешнікова.) – Луганськ : ВАТ «ЛОД», 1998. – С. 132-133.
6. Михайлов С. С. Клиническая анатомия сердца / С. С. Михайлов. – М.: Медицина, 1987. – 288 с.
7. Непомнящих Л. М. Морфометрия и стереология гипертрофии сердца / Л. М. Непомнящих, Е. Л. Лушникова, Г. И. Непомнящих. – Новосибирск : Наука, 1986. – 301 с.
8. Mandarium-de-Lacerda C. A. Cardiac growth in human fetuses; An allometric approach / C. A. Mandarium-de-Lacerda, F. L. Barcellos Sampaio // Gegenbauers Morphol. Jarb. – 1988. – Vol. 134, №3. – P. 345-349.

УДК 611. 12:611. 14:612. 134/. 135]:575. 16

МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТАНОВЛЕННЯ СЕРЦЯ ЛЮДИНИ В ПРЕНАТАЛЬНОМУ ОНТОГЕНЕЗІ.

Дем'яненко І. А.

Резюме. Проведено морфологічний аналіз формування серця людини, взаємовідношень між різними структурними компонентами міокарда на етапах пренатального онтогенезу. Описана синтопія серця і його відділів на зрізах, використовуваних у клінічному ультразвуковому дослідженні; проведено анатомо-клінічне зіставлення даних клінічного та анатомічного вивчення розвитку серця і різних його компонентів в пренатальному онтогенезі людини. Встановлено, що на етапах ембріонального і раннього плодового

періодів переважає тенденція випереджаючого зростання серця в довжину над зростанням у ширину. Морфологічні ознаки дефинитивного рівня взаємини між клітинними і тканинними компонентами стінки серця формуються на 36-му тижні пренатального онтогенезу людини.

Ключові слова: серце людини, пренатальний онтогенез, синтопія, міокард, кардіоміоцит.

УДК 611. 12:611. 14:612. 134/. 135]:575. 16

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА В ПРЕНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Демьяненко И. А.

Резюме. Проведен морфологический анализ формообразования сердца человека, взаимоотношений между различными структурными компонентами миокарда на этапах пренатального онтогенеза. Описана синтопия сердца и его отделов на срезах, используемых в клиническом ультразвуковом исследовании; проведено анатомо-клиническое сопоставление данных клинического и анатомического изучения развития сердца и различных его компонентов в пренатальном онтогенезе человека. Установлено, что на этапах эмбрионального и раннего плодного периодов преобладает тенденция опережающего роста сердца в длину над ростом в ширину. Морфологические признаки дефинитивного уровня взаимоотношения между клеточными и тканевыми компонентами стенки сердца формируются на 36-й неделе пренатального онтогенеза человека.

Ключевые слова: сердце человека, пренатальный онтогенез, синтопия, миокард, кардиомиоцит.

UDC 611. 12:611. 14:612. 134/. 135]:575. 16

Morphological Features of Human Heart during Prenatal Ontogenesis

Demyanenko I. A.

Abstract. In the early post-embryonic period of heart ontogenesis we watched the active development of the stromal elements. This led to the fact that the specific volume of the connective tissue layers reached 10% of the total myocardial capillary lumen and occupied 11% of the tissue volume. Similarly varied as numerical density of endothelial cells and fibroblasts: active proliferation of these cell components in the stroma conditioned the intense build up in the ventricular myocardium early human fetuses. At the end of the early fetal period, there was a change of myocardial tissue organization, relief of cardiac cavities, the degree of development of the terminal vascular bed. Thus, the thickness of the inner layer of myocardial trabeculae increased significantly, intertrabecular space, penetrating into the interior of the myocardium, combined with the ventricular cavities narrow anastomoses, while significantly decreasing their number and size compared to the previous age group. Active development of the connective tissue component of the myocardium in the early period of the fruit has determined the organization of contractile cardiomyocytes into densely packed muscle bundles, specific volume, which accounted for 65% of the attack, that is, those values that are characteristic for the heart of 40-week-old human fetuses. The results of calculations myocyte – stromal ratio showed that the sharpest decline occurred in the embryonic period of development. In the early period of the fetus rate of descent values myocyte – stromal ratio dropped significantly, and during the fetal period average value stabilized at 1.86-1.94. During the late fetal period of gestation again there was a decrease myocyte – stromal index due to the active development of connective tissue elements, including vessels GMTSR. Definitive level myocyte – stromal ratio was achieved in the heart of a 36-week fetuses. Conducting morphological and mathematical analysis of research results allowed to make a quantitative assessment of various structural and functional changes of parameters of the human heart, and to establish the nature and extent of their interaction at different stages of ontogenesis. Using anatomical slices in the clinic, their comparison with scans obtained during fetal echocardiography, extends the possibility of obtaining reliable data, more insightful and objective research. Perspective is not only a comparison of the linear dimensions of the fetal heart, but also getting integrated, volume indicators and dynamics of the heart. Dynamics of changes in the parameters of integrating the human heart at the stages of prenatal ontogenesis is characterized by periods of activation rate of rise of the mass of the heart and its linear dimensions and periods of relative stability. At the stages of embryonic and early fetal periods prevailing trend outstripping growth in length of the heart over the growth in width. In the middle and late periods of the fetus growth prevails in width over the growth in length. For the hearts of human embryos and fetuses characterized by transverse position in the thoracic cavity, and an increase (compared with the definitive state) of its volume in it, which is accompanied by an increase in left heart borders. Linear parameters of the fetal heart with ultrasound by an average of 8% less than the anatomical. Forming the wall of the human heart at the stages of prenatal ontogenesis characterized histogenetic natural process aimed at compacting infarction and functional – the topological adaptation of the vascular bed. The sharp decline in the proliferative activity of cardiomyocytes and increase myocardial differentiation processes at the tissue level observed at the end of embryonic cardiogenesis and the fruit in the early period of human development.

Key words: human heart, prenatal ontogenesis, syntopy, myocardium, cardiomyocyte.

Рецензент – проф. Костиленко Ю. П.

Стаття надійшла 17. 02. 2014 р.