

С.В.Козлов
О.О.Савенкова

Дніпропетровська державна
медична академія

УДК: 611.126:575.16:57.015.3

ГЕТЕРОМОРФНІСТЬ СТІНКИ СЕРЦЯ НА ЕТАПАХ РАНЬОГО КАРДІОГЕНЕЗУ ЛЮДИНИ

*Дослідження проведене у рамках науково-дослідної роботи „Морфогенез
серця та судин після експериментальних втручань” (номер державної
реєстрації 0106U012193).*

Ключові слова: кардіогенез,
серце ембріона, стінка серця,
делямінація, міокард.

Надійшла: 28.04.2007

Прийнята: 30.05.2007

Резюме. Досліджували динаміку структурно-функціональних перетворень тканинних і клітинних компонентів стінок серця протягом раннього ембріологічного розвитку людини. Матеріалом дослідження послужили серця 10 ембріонів людини 6-10 тижнів пренатального розвитку, які фіксували рідиною Буена та виготовляли гістотопографічні зрізи за загальноприйнятими методиками. Дослідження продемонстрували, що формування стінок, внутрішнього рельєфу раннього ембріонального серця мають певну гетероморфність вже на самих ранніх етапах кардіогенезу. Виявили деякі етапи формування стінок серця, внутрішнього рельєфу: утворення трьохшарової стінки раннього трубчастого серця; делямінація міокарду серцевої стінки шлуночків; перфорація делямінаційної пластинки шлуночків та утворення міокардіальних випинань у просвіт серця в передсердях, тобто утворення трабекул; об'єднання базальних частин трабекул; формування багатшарової спіральної системи міокарду.

Kozlov S.V., Savenkova H.A. Geterogenety walls of heart on stages of early human cardiogenesis.

Summary. We explored dynamics of structural-functional transformations of tissue and cellular components of walls of heart during the early embryology development of man. We took the hearts served by material 10 embryos of man 6-10 weeks of prenatal development, which fixed by the liquid Buen as a research material and made cuts on the generally accepted methods. The research showed, that forming of walls of early embryonic heart has already had definite heteromorphology on the most early stages of cardiogenesis. Exposed some stages of forming of walls of heart: formation of the three-layered wall of early tubular heart; delyamination of myocardium of cardiac wall of ventricles; perforation of delyamination plate of ventricles and formation of the myocardial thrusting out in the road clearance of heart in ventricles that is formation of trabeculas; union of basal parts of trabecul; forming of the multilevel spiral system of myocardium.

Keywords: cardiogenesis, heart of embryo, wall of heart, delyamination, myocardium.

Вступ

Процес формоутворення стінки серця, її внутрішнього рельєфу пов'язаний зі змінами гемодинаміки, які спостерігаються протягом онтогенезу, особливо пренатального, і має важливо значення для забезпечення нормального викиду крові в аорту і легеневий стовбур (Sanchez-Quintana D. et al., 1995; Jouk P. et al., 2000). Окремі порушення цього процесу призводять до серцевої недостатності. Збільшення числа уроджених вад серця, які стосуються і серцевої стінки, в останні десятиріччя в певній мірі привернули увагу вчених-медиків до морфологічних змін органу протягом онтогенезу (Robida A., Hajar H., 1996; Антипов В.Н. и соавт., 2006). Необхідність ефективних методів корекції різноманітних патологічних станів серця потребує знань про джерела та механізми формування структурних компонентів стінки серця, тобто ембріологічних досліджень цього важливого органу (Горбачевский С.В., Хамидов А.В., 1999; Lamers W., Moorman A., 2002). Проблема виявлення морфогенетичних закономірностей формування гетероморфності будови

стінки камер ембріонального серця посідає одне з центральних місць у сучасній біології та медицині (Твердохлеб И.В., 1996; Wessels A. et al., 1996; Хлопонин О.А., Панченко О.Ю., 2003). На цей час розробка окремих аспектів зазначених наукових напрямків достатньо представлена в наукових роботах (Van Den Hoff M. et al., 2001; Машталір М.А., 2006), але визначається відсутність в дослідженнях вивчення етапів формування гетероморфності стінки ембріонального серця людини, а також не зустріли ми і чітко зазначених критичних періодів кардіогенезу, в які можливо врахування міокарду.

Метою дослідження було виявлення морфогенетичних закономірностей формування гетероморфності серцевої стінки та папілярно-трабекулярного апарату серця в онтогенезі людини.

Матеріали та методи

Матеріалом для даного дослідження були серця 10 ембріонів людини 6-10 тижнів пренатального розвитку, які отримали в абортаріях міських лікарень м.Дніпропетровська після медичних абортів від здорових жінок, а також використали

ембріони архіву кафедри анатомії людини Дніпропетровської державної медичної академії. Матеріал фіксували в рідині Буена та заливали в парафін з наступним виготовленням серійних гістотопографічних зрізів, на яких досліджували формування окремих структур серця та проводили морфометричні дослідження (вимірювали товщину стінок, перегородок, трабекул та ін.) за допомогою окулярної вставки мікроскопу. Для більш ретельного вивчення структурно-функціональних перетворень раннього серця ми проводили зрізи в трьох площинах, що дало можливість більш точно вимірювати товщину стінки з застосуванням окулярної лінійки та співставити результати для повного аналізу.

Результати та їх обговорення

Гетероморфність будови стінки майбутніх серцевих камер вирізнялась вже на самих ранніх етапах кардіогенезу. Стінка ембріонального передсердя складалася з одного шару ендотелію, прошарку кардіоміоцитів та епікарду. Кардіогель в цій ділянці серця редукувався настільки швидко, що ми не фіксували його наявності з моменту формування передсердя. Первинні передсердя дають у майбутньому початок вушкам серця людини і нами спостерігалися на більш пізніх стадіях розвитку закладки перших гребенястих м'язів у вигляді повздовжніх пучків кардіоміоцитів в стінці цього відділу серця. Формування трабекул передсердь у часі відставало від аналогічних процесів у шлуночках ембріонального серця. Стінка передсердя не перериваючись переходила у стінку нижньої порожнистої вени, яка на цей час вже мала закладки клапанів (рис.1).

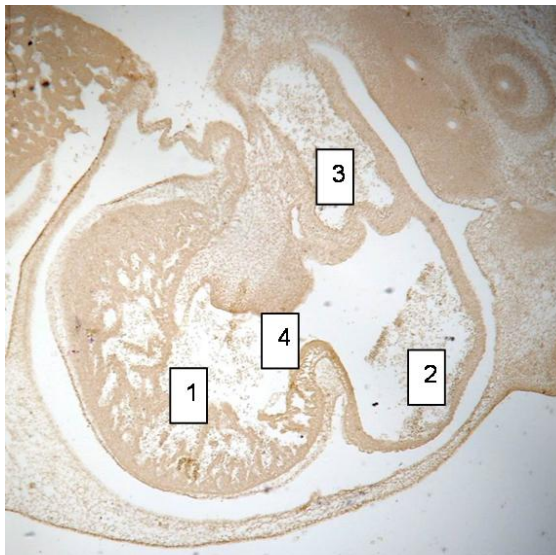


Рис. 1. Гістотопографічний зріз серця ембріона людини 6 тижня пренатального розвитку. Забарвлення гематоксиліном Гейденгайна; $\times 40$. 1 – порожнина шлуночка; 2 – порожнина передсердя; 3 – нижня порожниста вена з клапанами; 4 – ендокардіальні подушки атріовентрикулярного каналу серця.

У формуванні стінок передсердь та шлуночків можна виявити певні етапи, які пов'язані з

розвитком міокардіального шару серцевої стінки, а саме: закладка прошарку міокарду у формуванні серцевої стінки; делямінація міокарду серцевої стінки; утворення міокардіальних випинань у просвіт серця, тобто утворення трабекул; формування багатошарової спіральної системи міокарду. Формування стінок майбутніх камер первинного серця має відмінності між собою вже на ранніх етапах розвитку.

Стінка шлуночку зберігає залишки кардіогелю, а прилягання ендотелію до міокарду пухке. В стінці шлуночку відбуваються процеси делямінації – розшарування міокарду, внаслідок чого формуються майбутні трабекули у вигляді тонкого прошарку міокарду з кардіогелем, вкриті ендотелієм. Збереження кардіогелю в цих ділянках серцевої стінки, мабуть, сприяє наступним процесам трансформації стінок шлуночків, формуванню внутрішнього рельєфу. В середній та верхівковій частинах стінки шлуночку відбуваються активно процеси трабекуляції міокарду та утворення великої кількості багатошарових м'язових трабекул, вкритих ендотелієм.

В стінці лівого шлуночку відбувалися чітко виражені процеси делямінації – розшарування міокарду, внаслідок чого формувалися майбутні трабекули у вигляді тонких випинань міокарду з залишками кардіогелю, вкриті ендотелієм. Розшарування міокарду настало внаслідок редукції кардіогелю, ущільненню кліток мезенхіми (кардіоміоцитів), втрати зв'язку клітин через зменшення чисельності десмосом та вставних дисків, і, як наслідок цього, збільшення міжклітинних просторів. Клітини ендокарду не щільно прилягали до міокарду, бо між цими шарами тканин ще зберігалися залишки кардіогелю. Таким чином формувалися первинні соскоподібні м'язи та численні трабекули міокарду шлуночку. В середній та верхівковій частинах стінки шлуночку відбувалися більш активно процеси трабекуляції міокарду та утворення великої кількості багатошарових м'язових трабекул, вкритих ендотелієм. Злиття основ цих трабекул в області верхівки серця є складовою частиною етапу формування міжшлуночкової перегородки. Після утворення міжшлуночкової перегородки процеси формування стінки правого та лівого шлуночків відрізнялися, але в ранньому кардіогенезі до розподілу шлуночків можна було виділити етап делямінації, як єдиний для всього відділу первинного шлуночку. Товщина стінки шлуночку на 6-7 тижні пренатального розвитку складала $320 \pm 2,8$ мкм.

В стінках передсердь не спостерігались процеси делямінації, а виникнення первинних трабекул відбувалось за рахунок ущільнення м'язового прошарку стінки передсердя. Ми спостерігали формування трабекул передсердя у вигляді повздовжніх тяжів у міокарді стінки, які були вкриті ендокардом та не містили залишків кардіогелю. Товщина стінки передсердя на цей період пренатального розвитку складала $190 \pm 1,6$ мкм.

Підсумок

Ми дослідили динаміку структурно-функціональних перетворень тканинних і клітинних компонентів стінок серця протягом раннього ембріологічного розвитку людини. Дослідження продемонстрували, що гетероморфність будови серцевої стінки існує вже на ранніх етапах закладки та розвитку серця ембріона. Ми виділяли наступні етапи розвитку серцевої стінки протягом раннього кардіогенезу: утворення трьохшарової стінки раннього трубчастого серця; делямінація міокарду серцевої стінки шлуночків; перфорація делямінаційної пластинки шлуночків та утворення первинних трабекул серця в передсер-

дях, об'єднання базальних частин трабекул; формування багатшарової спіральної системи міокарду. При зростанні маси ембріона, збільшенні розмірів, кров'яного тиску в судинах і камерах серцева стінка перетворюється і адаптується для забезпечення нормальної гемодинаміки серця.

Перспективи подальших розробок

Спостереження подальших структурно-функціональних перетворень всіх компонентів ембріонального, плідного серця потребує подальших досліджень. Аналіз формоутворення стінки серця протягом постнатального онтогенезу дозволить розкрити деякі механізми розвитку серцевої недостатності.

Літературні джерела

Анатомические особенности аномальных клапанов аорты и легочного ствола в сочетании с пороками камер сердца / Антипов В.Н., Кирьякулов Г.С., Антипов Н.В. и др. / Вісник пробл. біол. і мед.- 2006.- Вип.2.- С.172-174.

Горбачевский С.В., Хамидов А.В. Эмбриологические и патогенетические аспекты развития общего атриовентрикулярного канала // Арх. патол.- 1999.- №3.- С.47-54.

Машталір М.А. Лектин-гістохімічні властивості клітин ембріонального серця людини протягом 4-10 тижня / Мат. наук.-практ. конф. з міжн. участю «Морфологічний стан тканин і органів у нормі та при моделюванні патологічних процесів».- Тернопіль: Укрмедкнига, 2006.- С.83-85.

Твердохлеб И.В. Гетерогенность миокарда и ее развитие в нормальном кардиомиогенезе.- Днепропетровск: Пороги, 1996.- 224 с.

Хлопонин О.А., Панченко О.Ю. Процессы кардиогенеза в зародышевом периоде развития человека // Морфология.- 2003.- № 1.- С.50-54.

Lamers W., Moorman A. Cardiac septation. A late contribution of the embryonic primary myocar-

dium to heart morphogenesis // Circ. Res.- 2002.- Vol.91.- P.93-103.

Morphological changes in the normal pattern of ventricular myoarchitecture in the developing human heart / Sanchez-Quintana D., Garcia-Martinez V., Climent V., Hurler J. / Anat. rec.- 1995.- Vol.243, №4.- P.483-495.

Robida A., Hajar H. Ventricular conduction defect in isolated noncompaction of the ventricular myocardium // Pediatr. Cardiol.- 1996.- Vol.17.- P.189-191.

Jouk P., Usson Y., Michalowicz G.. Three-dimensional cartography of the pattern of the myofibres in the second trimester fetal human heart // Anatomy and Embryology.- 2000.- Vol. 202, №2.- P.103 – 118.

Van Den Hoff M., Kruithof B., Moorman A. Formation of myocardium after the initial development of the linear heart tube // Dev. Biol.- 2001.- P.61-76.

Wessels A., Markman M., Vermeulen J. The development of the atrioventricular junction in the human heart // Circ. Res.- 1996.- Vol.78.- P.110-117.

Козлов С.В., Савенкова Е.А. Гетероморфность стенки сердца на этапах раннего кардиогенеза человека.

Резюме. Исследовали динамику структурно-функциональных превращений тканевых и клеточных компонентов стенок сердца на протяжении раннего эмбриологического развития человека. Материалом исследования послужили сердца 10 эмбрионов человека 6-10 недель пренатального развития, которые фиксировали жидкостью Буэна и изготавливали гистотопографические срезы по общепринятым методикам. Исследование продемонстрировало, что формирование стенок раннего эмбрионального сердца имеет определенную гетероморфность уже на самых ранних этапах кардиогенеза. Выявили некоторые этапы формирования стенок сердца: образование трехслойной стенки раннего трубчатого сердца; деляминация миокарда сердечной стенки желудочков; перфорация деляминационной пластинки желудочков и образование миокардиальных выпячиваний в просвет сердца в предсердиях, то есть образование трабекул; объединение базальных отделов трабекул; формирование многослойной спиральной системы миокарда.

Ключевые слова: кардиогенез, сердце эмбриона, стенка сердца, деляминация, миокард.