

**О.О.Савенкова
С.В.Козлов
А.А.Інджикулян**

Дніпропетровська державна медична академія

Ключові слова: серце людини, пренатальний період розвитку, кардіоміоцит, деламінація.

*Надійшла: 06.07.2008
Прийнята: 12.09.2008*

УДК 611.1:591.33:598.2:599.323.41:599.89

ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ВНУТРІШНЬОГО РЕЛЬЄФУ СЕРЦЯ ЛЮДИНИ В ПРЕНАТАЛЬНОМУ ОНТОГЕНЕЗІ

Дослідження проведене в рамках науково-дослідної роботи «Морфогенез серця і судин після експериментальних втручань» (номер державної реєстрації 0106U012193).

Резюме. Проведено аналіз розвитку внутрішнього рельєфу 101 серця людини протягом пренатального періоду онтогенезу. Використані макроскопічні та імуногістохімічні методи дослідження дозволили нам простежити процеси васкулогенезу, проліферації клітин серцевої стінки, гетероморфність її будови на різних етапах формоутворення. Отримані дані свідчать про участь кардіогелю, первинних кардіоміоцитів, а також клітин мезенхіми у розвитку та становленні структурних компонентів, які утворюють внутрішній рельєф камер серця. При цьому окремим морфологічним механізмом є процес деламінації серцевої стінки. Деламінаційні пластинки є ембріональним матеріалом для формування сухожильних хорд, сосочкоподібних м'язів, а також м'язових трабекул. Процес перетворення структур внутрішнього рельєфу відбувається впродовж 5-20 тижнів пренатального періоду онтогенезу. Одним з перших відділів серця, де здійснюються процеси формування папілярно-трабекулярного апарату є стінка передсердя.

Морфологія. - 2008. - Т. II, № 4. - С. 44-46.

© О.О.Савенкова, С.В.Козлов, А.А.Інджикулян, 2008

Savenkova O.O., Kozlov S.V., Indzhukulyan A.A. The features of human heart internal relief structure in prenatal ontogenesis.

Summary. We have reviewed the development of internal relief of 101 human hearts during prenatal ontogenesis. It was used a macroscopic, immunohistochemical research methods, which enabled us to trace the processes of vessel's development, proliferation of cardiac wall cells, heteromorphy of its structure in various stages of development. The data indicate the involvement of cardiogel, primary cardiomyocytes, as well as mesenchymal cells in the development and statement of the structural components, which form the internal relief of the heart chambers. The process of heart wall's delamination is a separate morphological mechanism. Delamination plates are embryo material for the formation of tendinous chords, papillary muscles and muscle trabecula. Process of forming of the internal structures of relief occurs during the prenatal period of 5-20 weeks ontogenesis. One of the first parts of the heart, in which the process of papillary-trabecular apparatus forming occurs, is the atrium's wall.

Key words: human heart, prenatal development, cardiomyocyte, delamination.

Вступ

Проблема розвитку серця складає одну з основних в плані формування у людей можливих вад серця, в основі яких лежать генетичні фактори та вплив чинників зовнішнього середовища (Мутафьян О.А., 2002). Внутрішній рельєф серця утворюється м'язовими трабекулами, сосочковими м'язами, сухожильними хордами, стулками клапанів, які виконують важливу функцію по забезпеченню гемодинаміки серця і організму в цілому. Порушення формоутворення одного з компонентів, які формують внутрішній рельєф камер серця впродовж пренатального онтогенезу, приводить до появи вродженої вади розвитку, яка може бути небезпечною для життя новонароджених. Питання, які пов'язані із закладкою, формуванням та гістогенетичними перетвореннями структурних компонентів стінки серця, його клапанного апарату займає одне з центральних місць в сучасній медицині й біології (Козлов

В.О. та співавт., 2003; 2007).

Мета

Встановити послідовні етапи формоутворення структурних компонентів, які утворюють внутрішній рельєф порожнин серця протягом пренатального періоду онтогенезу.

Матеріал та методи

Матеріалом дослідження стали 101 серце ембріонів і плодів людини від 5-го до 20-го тижня внутрішньоутробного розвитку. Одержаний матеріал фіксували в 10%-ому розчині нейтрального формаліну, в рідині Буена, виготовляли гістотопографічні зрізи, які фарбували гематоксиліном-еозином, гематоксиліном Гейденгайна, а також за методом Маллорі-Слінченко. Для визначення основних гістогенетичних процесів були використані імуногістохімічні методики дослідження з використанням маркерів CD34 (маркер судинного ендотелію), α -sma (маркер гладкої м'язової тканини), Ki67 (маркер проліфе-

рації, ідентифікує ядерний антиген, що накопичується в ядрах більшості проліферативних клітин), *Desm* (маркер мускулатури).

Результати та їх обговорення

На ранніх етапах кардіогенезу стінка серця ембріона і плоду має істотну різницю в будові різних відділів, тобто вона достатньо гетероморфна. Стінка передсердя утворюється на самих ранніх етапах як цільна структура (рис. 1), а в стінці шлуночку досить рано спостерігається розшарування міокарду – деламінація. Стінка передсердя добре накопичує маркер α -sma, у зв'язку з тим, що вона формується з вінцевого синуса. Стінка шлуночку накопичує маркер α -sma в незначній кількості, в основному в ділянці основи серця. У компактному міокарді добре фарбується м'язова оболонка крупних судин, що розташовані в компактному міокарді, а також папілярно-трабекулярний міокард (рис. 2).



Рис. 1. Стінка передсердя серця людини на 5-му тижні ембріогенезу. Забарвлення маркером гладком'язових клітин α -sma. $\times 100$.

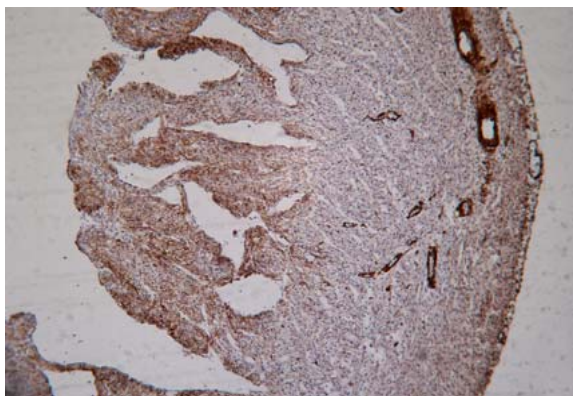


Рис. 2. Особливості розподілу маркеру α -sma в стінці шлуночка серця людини на 8-му тижні ембріогенезу. Забарвлення маркером гладком'язових клітин α -sma. $\times 400$.

Щілина, яка утворюється між внутрішнім і зовнішнім шаром кардіоміоцитів заглиблюється у напрямку до верхівки серця. В результаті цього процесу від стінки шлуночку відокремлюється частина внутрішнього шару міокарду, вкритого

ендотелієм – деламінаційна пластинка, тобто починається процес деламінації (рис. 3). Нерідко зустрічаються декілька таких шарів міокарду. У цей період можливо прослідити становлення компактного міокарду, який формується із зовнішнього шару міокарду серцевої стінки.

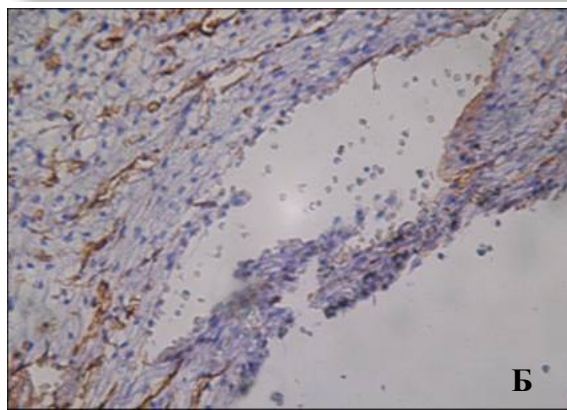
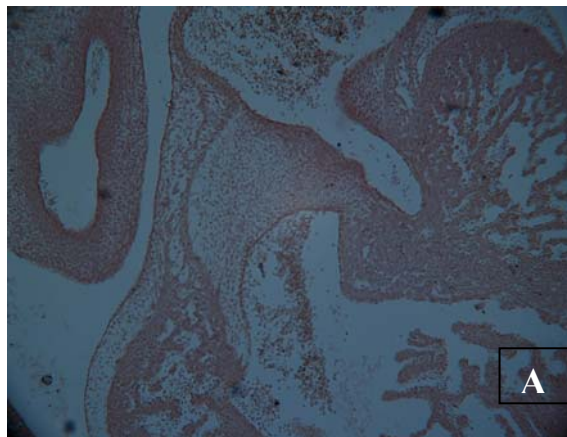


Рис. 3. А. Трабекуляція стінки шлуночку людини на 10-му тижні плодового періоду. $\times 100$. Б. Формування деламінаційної пластинки. $\times 400$. Забарвлення маркером ендотелію CD34.

Окремі м'язові тяжі, що вкриті шаром ендокарду, являють собою соскоподібні м'язи, верхівки яких переходять у мезенхіму стулки передсердно-шлуночкового клапану, мають невеликі частки сухожилкових струн, що формуються. З 12-го тижня плідного періоду в середній частині соскоподібного м'яза спостерігаються процеси розшарування волокон міокарду та утворення порожнин. В деяких порожнинах соскоподібного м'яза були виявлені елементи крові, тобто ці утворення є, мабуть, різновидами судин, або синусоїдів серця. Менш виразно, але відбуваються процеси розшарування міокарду й у верхніх відділах первинного соскоподібного м'яза, поблизу до місця переходу у край стулки передсердно-шлуночкового клапану.

На 13-му тижні розвитку процеси розшарування соскоподібного м'яза поглиблюються, але м'яз зберігає свою цільність. До нижньої поверхні стулки клапана теж прикріплюються поодинокі

кі соскоподібні м'язи, міокард яких переходить без різких границь у мезенхіму стулки. Міокард верхівки соскоподібного м'яза утворює компактную пластинку з 8-10 шарів кардіоміоцитів, що контактують з мезенхімою стулки. Процес деламінації стінки серця впродовж її довжини відбувається неодноразово, тому в різні вікові періоди рівень розташування деламінаційних пластинок різний. По-перше, ці процеси відбуваються в середній частині та в верхівці серця. Значно повільніше ці процеси відбуваються в основі серця, в ділянках формування аорти та легеневого стовбуру. Така послідовність формування трабекул і внутрішнього рельєфу камер серця накладає свій відбиток на дефінітивне становлення серця.

Очевидним є те, що формування внутрішнього рельєфу камер серця відбувається за рахунок первинного трабекулярного шару шлуночків, шляхом його розшарування в різних площинах. Сформований шар міокарду розподіляється на окремі пучки м'язових волокон, які і формують трабекули та сосочкоподібні м'язи. Окрім цього частина м'язів, що розташовані ближче до стулок клапанів, послідовно перетворюються в сухожилкові струни. У випадках, коли сосочкоподібний м'яз, з сухожилковою струною, що починає формуватися, прикріплюється не до стулки клапану, можливо формування додаткової струни, яку ще називають аномально розташованою.

Підсумок

Формування внутрішнього рельєфу камер

серця відбувається у ембріонів 5 тижню шляхом розшарування серцевої стінки і формування деламінаційних пластинок. Деламінаційні пластинки є ембріональним матеріалом для формування сухожильних хорд, сосочкоподібних м'язів, а також м'язових трабекул. Процес перетворення структур внутрішнього рельєфу відбувається впродовж 5-20 тижнів пренатального періоду онтогенезу. Одним з перших відділів серця, де здійснюються процеси формування папілярно-трабекулярного апарату, є передсердя. Формування папілярних м'язів і сухожильних хорд відбувається за рахунок зменшення інтенсивності кровопостачання первинної хорди і збільшення густини судин у первинному сосочкоподібному м'язі. Співвідношення довжини хорди і сосочкоподібного м'язу змінюється у бік збільшення папілярного м'яза. При цьому може мінятися місце прикріплення сухожильної хорди до стулки клапана, що пов'язано з первинною топографією деламінаційної пластинки, з якої вона формується. Внутрішній рельєф камер серця вже до 20-го тижня досягає дефінітивної будови архітекtonіки, топографії трабекул, сосочкоподібних м'язів. У подальшому відбувається тільки збільшення параметрів компонентів, що формують внутрішній рельєф камер серця.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з визначенням гістологічних факторів формоутворення внутрішнього рельєфу порожнини серця протягом пренатального онтогенезу.

Літературні джерела

Козлов В. О. Нормальний кардіогенез та вплив деяких тератогенних факторів на розвиток серця / В. О. Козлов, В. Ф. Шаторна, М. А. Машталір // Морфологія. – 2007. – Т. I, № 1. – С. 7-15.

Мутафьян О. А. Врожденные пороки сердца у детей / О. А. Мутафьян. Санкт-Петербург,

2002. – 210 с.

Козлов В. О. Развитие сердца / В. О. Козлов, М. А. Машталір, Г. В. Довгаль [та ін.] // Саміт нормальних анатомів України та Росії: міжнар. конф., Тернопіль, 2003 р. : тези доповідей. - Тернопіль : Укрмедкнига, 2003. – С. 58-61.

Савенкова О.О., Козлов С.В., Индикулян А.А. Особенности строения внутреннего рельефа сердца человека в пренатальном онтогенезе.

Резюме. Проведен анализ развития внутреннего рельефа 101 сердца человека на протяжении пренатального периода онтогенеза. И использованные макроскопические та иммуногистохимические методы исследования, что позволило нам проследить процессы васкулогенеза, пролиферации сердечной стенки, гетероморфность ее строения на разных этапах формообразования. Полученные данные свидетельствуют об участии кардиогеля, первичных кардиомиоцитов, а также клеток мезенхимы в развитии и становлении структурных компонентов, которые образуют внутренний рельеф камер сердца. При этом отдельным морфологическим механизмом является процесс деламинации сердечной стенки. Деламинационные пластинки являются эмбриональным материалом для формирования сухожильных хорд, папиллярных мышц, а также мышечных трабекул. Процесс превращения структур внутреннего рельефа происходит на протяжении 5-20 недель пренатального периода онтогенеза. Одним из первых отделов сердца, в котором осуществляются процессы формирования папиллярно-трабекулярного аппарата, является стенка предсердия.

Ключевые слова: сердце человека, пренатальный период развития, кардиомиоцит, деламинация.