

ФОРМУВАННЯ КЛАПАННОГО АПАРАТУ СЕРЦЯ В ЕМБРІОГЕНЕЗІ

В.О.Козлов, В.Ф.Шаторна

Кафедра анатомії людини (зав. – проф. В.О.Козлов) Дніпропетровської державної медичної академії

Розширення уявлень про джерела, механізм і терміни розвитку клапанів серця є основою для розуміння теоретичних і прикладних аспектів кардіогенезу, пояснює походження уроджених вад серця [1-5]. Без всебічного опанування медичною та експериментальною ембріологією неможливо вирішити такі важливі завдання практичної охорони здоров'я, як лікування та профілактика природжених і спадкових вад.

Мета дослідження. Виявити терміни, джерела і механізм формування передсердно-шлуночкових клапанів серця та папілярно-трабекулярного апарату в ембріогенезі.

Матеріал і методи. Як об'єкт дослідження обрані ембріони курки та щура. Вибір зумовлений анатомічними особливостями їх сердець. Так, серце курки чотирикамерне, але передсердно-шлуночкові клапани в правій і лівій половині серця відрізняються один від другого. У правій половині серця між передсердям і шлуночком знаходиться зовсім нетиповий для ссавців клапан, представлений півмісяцевою м'язовою стулкою, що звисає в порожнину шлуночка і переходить у міокард шлуночка у верхній його частині. Такі м'язові стулки передсердно-шлуночкових клапанів іноді трапляються у вигляді вад серця людини. В лівій половині серця формується типовий ендокардіальний двостулковий клапан із сухожилковими струнами і сосочковими м'язами, тобто в лівій половині формується папілярно-трабекулярний апарат. Отже, спостерігаючи за розвитком серця ембріона курки, можна вивчити джерела і механізм формування двох різних видів клапанів: м'язового і ендокардіального. Формоутворювальні процеси в кардіогенезі щурів зіставляли з основними етапами утворення клапанів курей. Забір матеріалу здійснювали у фіксовані терміни розвитку. Ембріони поміщали в рідину Буена, надалі заливали в парафін і виготовляли гістологічні препарати. Ембріони ранніх стадій фіксували цілими, більш пізніх стадій

– піддавали препаруванню і видаляли ізольоване серце. Фарбування на ранніх стадіях проводили гематоксиліном Гейденгайна, а на пізніх стадіях – за методом Маллорі-Слінченка (на виявлення елементів сполучної тканини). Проводили морфометрію окремих структур клапанного апарату серця.

Результати дослідження та їх обговорення. До стадії формування камер серця кров надходить крізь єдиний отвір з передсердя у шлуночок. На стадії розвитку 12 за Гамбургером і Гамільтоном (48 годин інкубації) в ділянці атріовентрикулярного отвору з'являються складки ендокарда – ендокардіальні подушки (ЕКП), заповнені кардіогелем. Вони відіграють роль провізорних клапанів атріовентрикулярного каналу. ЕКП із самого початку неоднорідні. Вони краще сформовані на передній і задній стінках каналу і слабкіше виражені на бічних стінках. У зв'язку з вигинами серцевої трубки, ЕКП гістотопографічно можна виділяти як передньоверхню і задньонижню. На початкових етапах розвитку ЕКП являють собою 1-2-шарову пластинку з добре вираженим підлеглим кардіогелем.

На стадії 15 (56 годин інкубації) ЕКП починають заселятися мезенхімними клітинами, які утворюються в результаті епітеліально-мезенхімних перетворень ендотелію серця. Заповнення ЕКП мезенхімними клітинами неоднорідне: під ендокардом клітин більше і вони розташовані щільно, а кардіогель відсутній; в міру віддалення від ендокарда щільність розташування клітин знижується, а ближче до міокарда клітини поодинокі, але зберігається прошарок кардіогелю. Отже, можна виділити три зони в товщі ЕКП: I – субендокардіальна, II – проміжна, III – зона прилягання до міокарда.

Субендокардіальна зона представлена щільно розташованими мезенхімними клітинами з короткими відростками і добре помітними ядрами. У цій зоні відбувається утворення мезенхімних клітин і їх поділ. Зона має вигляд прошарку уздовж ЕКП. Проміжна зона представлена пухко розташованими мезенхімними клітинами з довгими типовими відростками. Між клітинами спостерігаються невеликі острівці кардіогелю. Цій зоні належить велика частина ЕКП. Зона прилягання ЕКП до міокарда атріовентрикулярного каналу майже не містить мезенхімних клітин або містить поодинокі клітини з довгими відростками, але багата на кардіогель, який відокремлює мезенхімні клітини від міокарда.

Ріст ЕКП і вигин серцевої петлі призводять до того, що подушки розширюються і стикаються між собою. З цього моменту відбувається повний поділ єдиного передсердно-шлуночкового отвору на правий і лівий, що відповідає в ембріона курчати 28 стадії розвитку (5,5 доби інкубації).

Формування єдиної стулки м'язового клапана, що знаходиться в правому передсердно-шлуночковому отворі серця курки, збігається в часі з ростом шлуночкового міокарда, його трабекуляцією і формуванням міжшлуночкової перегородки. Як тільки стінка шлуночка товстішає, в ній починають з'являтися ділянки розпушених трабекул, що

пізніше призводить до деламінації (розшарування) зовнішньої стінки правого шлуночка, тобто трабекули шлуночкової стінки розташовані більш пухко в порівнянні з щільно розміщеними структурами стінки передсердя чи верхівки серця. Відстані між цими трабекулами з часом збільшуються і настає розшарування стінки правого шлуночка на дві майже рівних за товщиною м'язові пластинки (рис. 1). Деламінація закінчується утворенням вільного краю м'язового клапана правого шлуночка.

Формування лівого передсердно-шлуночкового клапана в серці курей відбувається інакше. Нижня частина ЕКП плавно переходить на стінку шлуночка, пухко прикріплюючись до трабекул міокарда шлуночка, утворює пластинчасті тяжі і містки між трабекулами міокарда. Процеси деламінації в лівій половині серця менш виражені, і, як наслідок, відокремлюється тонкий прошарок міокарда шлуночка, що несе на собі залишки ЕКП атріовентрикулярного каналу. Цей внутрішній деламінаційний листок значно тонший, ніж у правій половині, і його нижній край не відривається від стінки серця. Тобто він являє собою фрагмент міокарда, що несе на собі залишки мезенхіми ЕКП. Ці фрагменти спочатку мають пластинчастий характер, пізніше в них виникають позадвжні щілинні заглиблення з наступною перфорацією як поблизу сосочкових м'язів,

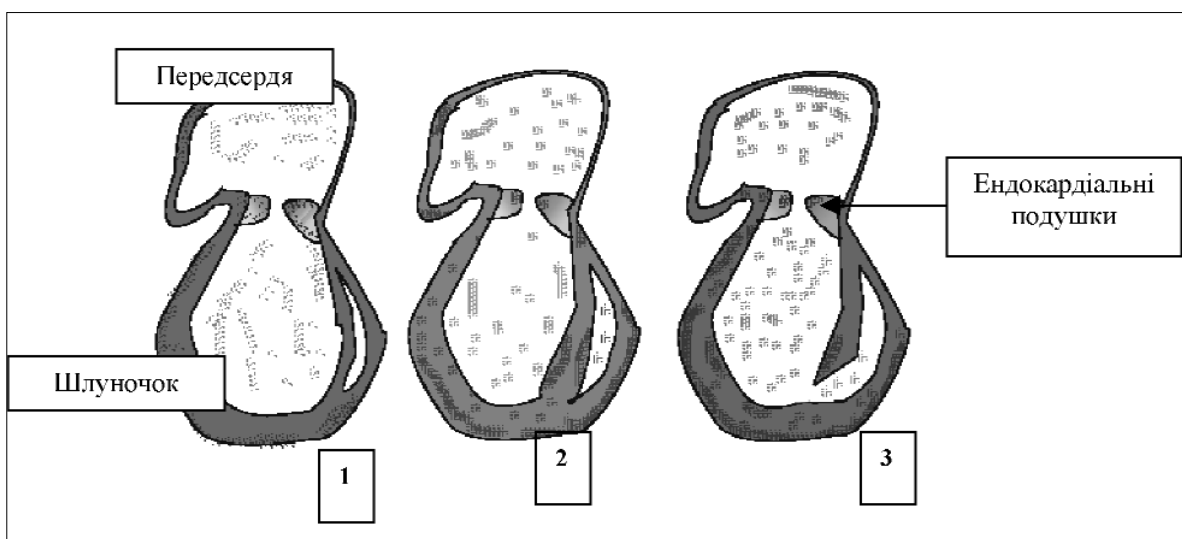


Рис. 1. Схема утворення правого передсердно-шлуночкового клапана серця: 1 – початок деламінації стінки шлуночка; 2 – поглиблення деламінації; 3 – звільнення нижнього краю м'язового клапана.

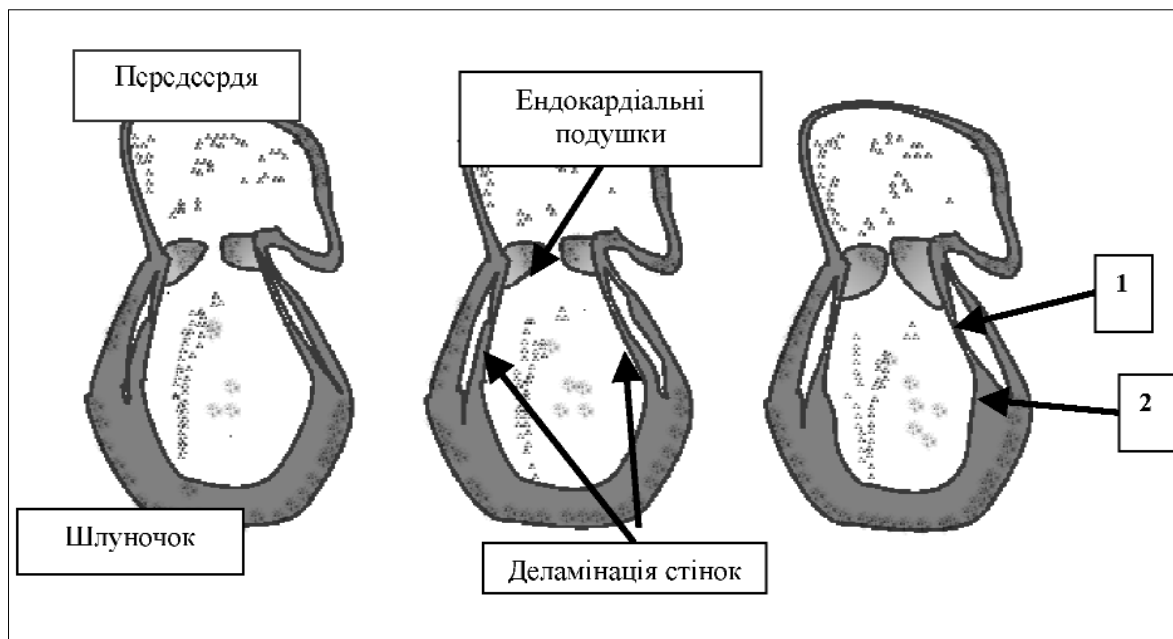


Рис. 2. Схема утворення клапанного апарату лівого передсердно-шлуночкового отвору: 1 – первинна сухожилкова струна, 2 – первинний сосочковий м'яз.

так і в місці прикріплення сухожилкових струн до краю клапанів. Отже, сухожилкові струни і сосочкові м'язи – єдині структури, які з'єднують стінку шлуночків із стулками атріовентрикулярних клапанів (рис. 2).

У процесі кардіогенезу існує тісний зв'язок ЕКП і речовини передсердно-шлуночкової борозни. Згідно з нашими даними, листки клапанів формуються головним чином з речовини ЕКП.

Досліджуючи процеси утворення клапанного апарату шурів на ранніх етапах ембріогенезу і зіставивши одержані результати з даними про розвиток серця курки, ми дійшли висновку, що процеси деламінації стінки шлуночка в серці шурів відбуваються аналогічно до процесів утворення лівого передсердношлуночкового клапана у курей. Тобто деламінаційна пластинка не відривається від міокарда шлуночка, а мезенхімні клітини залишків ЕКП беруть участь у формуванні ступок самих передсердно-шлуночкових клапанів.

Висновки. 1. Стулки передсердно-шлуночкових клапанів, сухожилкові струни і сосочкові м'язи серця закладаються і формуються як єдина структура, а не ростуть назустріч один одному. 2. У формуванні листків клапанів бере участь мезенхіма ендокар-

діальних подушок атріовентрикулярного каналу серця. 3. Первинна сухожилкова струна, яка складається з ендокарда і тонкого шару міокарда, з самого початку прикріплена до верхівки первинного сосочкового м'яза.

Перспективи наукового пошуку. Механізм та терміни утворення клапанного апарату серця в ембріогенезі людини потребують подальшого вивчення у зв'язку з необхідністю розуміння процесів утворення серцевих вад. Поява додаткових струн серця, що зумовлюють пролапс клапанного апарату, або інші аномалії розвитку, призводять до змін у роботі серця. В цьому аспекті важливо дослідити формування клапанного апарату серця в філогенезі та порівняти їх з розвитком клапанів людини в онтогенезі. Наприклад, формування м'язової стулки клапана в правому передсердно-шлуночковому отворі серця птахів трапляється як аномалія клапанного апарату серця людини, хоча на ранніх етапах кардіогенезу існує стадія утворення так званого тристулкового м'язового стоку. Але не дослідженими залишаються механізми, що керують перетвореннями внутрішнього шару деламінаційної пластинки, утворення сухожилкових струн та перетворення мезенхімних клітин у речовину стулки клапанів.

Література

1. Anderson R.H. *The developing heart in chick embryos* // *Circulat.* – 1990. – V. 82, № 10. – P. 1542-1543.
2. Wenink A.C.G. *Quantitative morphology of the embryonic heart: An approach to development of the atrioventricular valves* // *The anatomical record.* – 1992. – V. 234. – P. 129-135.
3. Vuillemin M., Pexieder T. *Normal stages of cardiae organogenesis in the mouse: 1. Development of the external shape of the heart* // *Am. J. Anat.* – 1989. – V. 184, № 2. – P. 101-113.
4. Vuillemin M., Pexieder T. *Normal stages of cardiae organogenesis in the mouse: 2. Development of the internal relief of the heart* // *Am. J. Anat.* – 1989. – V. 184, № 2. – P. 114-128.
5. Шаторная В.Ф. *Формирование эндокардиальных подушек сердца на этапах раннего эмбриогенеза птиц* // *Бук. мед. вісник.* – 2002. – Т. 6, № 2. – С. 132-134.

ФОРМУВАННЯ КЛАПАННОГО АПАРАТУ СЕРЦЯ В ЕМБРИОГЕНЕЗИ

В.О.Козлов, В.Ф.Шаторна

Резюме. Робота присвячена уточненню джерел, термінів закладки, формуванню, анатомічним та гістологічним особливостям клапанного апарату серця. У формуванні стулок клапанів важливу роль відіграють ендокардіальні подушки. Формування папілярно-трабекулярного апарату здійснюється завдяки процесам деламінації. Уточнені терміни формування і джерело закладки сухожилкових струн та сосочкових м'язів.

Ключові слова: кардіогенез, ендокардіальні подушки, сухожилкові струни, сосочкові м'язи, кардіогель.

FORMATION OF THE VALVULAR APPARATUS OF THE HEART IN EMBRYOGENESIS

V.O.Kozlov, V.F.Shatorna

Abstract. The paper deals with specifying the sources, terms of anlage, formation, anatomical and histological peculiarities of the valvular apparatus of the heart. The endocardial cushions play an important role in the formation of the valvular cusps. The formation of the papillary-trabecular apparatus is realized due to the processes of delamination. The authors have specified the terms of the formation and the source of the anlage of the chordae tendinae and papillary muscles.

Key words: cardiogenesis, endocardial cushions, chordae tendinae, papillary muscles, cardiogel.

State Medical Academy (Dnipropetrovs'k)

Надійшла в редакцію 23.03.2004 р.