

УДК 611.126.013-053.3

Л.Я. Федонюк¹,Т.О. Семенюк²,І.Я. Підгайна¹

ОСОБЛИВОСТІ ЗАКЛАДКИ ТА МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАПАНІВ СЕРЦЯ В ПРЕНАТАЛЬНОМУ ПЕРІОДІ ОНТОГЕНЕЗУ ЛЮДИНИ

¹ДВНЗ "Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського МОЗ України", м. Тернопіль

²Буковинський державний медичний університет, Чернівці

Ключові слова: клапан серця, пренатальний онтогенез, морфологія клапана серця, кровопостачання клапана.

Резюме. У роботі показано, що закладка серця починається ще в ембріональному періоді та завершується до початку плодового періоду пренатального онтогенезу. Стулки/заслінки клапанів серця вкриті ендотелієм і утворені інтерстиційними клітинами та неорганізованим міжклітинним матриксом. В товщі клапанів серця наявні кровоносні судини мікроциркуляторного русла.

Вступ

Вивченням процесу кардіогенезу в нормі науковці займаються протягом багатьох десятиріч, але будова та розвиток серця в пренатальному онтогенезі людини й надалі продовжує цікавити не лише ембріологів та анатомів [4, 6], але й клініцистів [1, 2, 3], тому що це є одним із вагомих підґрунть для вірного розуміння механізму формування вад розвитку та можливості їх уникнення. Значне місце серед вад розвитку серця займають вади, що зумовлені аномальним розвитком клапанного апарату [9, 10] або набуті вади серця [5, 7, 8].

Знання даних щодо структурної організації та біомеханіки клапанного апарату серця необхідні лікарям різних спеціальностей, тому що в сучасну медицину широко впроваджені ультразвукові та ехокардіографічні методи дослідження серця, методи точної топічної діагностики, широко застосовуються реконструктивно-пластичні операції. Знання макро- та мікроскопічної характеристики клапанного апарату серця необхідні також і біотехнологам, конструкторам та інженерам, які працюють над створенням протезів клапанів серця людини.

Мета дослідження

Вивчити морфогенез клапанів серця людини в пренатальному періоді онтогенезу і вивчити мікроскопічну будову та особливості кровопостачання клапанів серця у плодів.

Матеріали і методи

Матеріалом для дослідження послужили 17 зародків, 24 передплоти та 27 сердець плодів. Для дослідження були використані макроскопічний метод і метод світлової мікроскопії.

© Л.Я. Федонюк, Т.О. Семенюк, І.Я. Підгайна, 2014

Дослідження проведені у відповідності до стандартів Хельсінської декларації 1975 року і її переглянутому варіанту 1983 року.

Обговорення результатів дослідження

Зачаток серця у зародків людини з'являється наприкінці 3-го тижня внутрішньоутробного розвитку. У ділянці шиї зародка з мезенхіми, розміщеної між ентодермою та вісцеральним листком бічних листків мезодерми, утворюються дві порожнисті серцеві трубочки, що наближаються до серединної площини. У подальшому, у міру відособлення тіла зародка від позазародкових органів, утворення вентральної сторони тіла та формування кишкової трубки, парні закладки серця зближуються одна з одною, зміщуються медіально та зливаються в непарну закладку у вигляді простої ендотеліальної трубки. Ділянки спланхнотомів, прилеглі до ендотеліальної закладки серця, дещо потовщуються та перетворюються на міоепікардіальні пластинки, з яких, у подальшому диференціюються міокард і епікард.

Проведене дослідження показало, що в зародків людини 6,0-7,5 мм ТКД серце за своєю формою цілком нагадує форму розвинутого серця. Його внутрішня структура залишається у вигляді трубки, але з декількома розширеннями: загальним передсердям і примітивним шлуночком, які між собою з'єднуються через нерозділений передсердно-шлуночковий канал. Одношарова пластинка ендотеліальних клітин, сплоснених за формою та однакових за розмірами, що звернута в просвіт атріовентрикулярного каналу, представляє початкові ендокардіальні подушки (рис. 1).

У зародків 11,0-12,0 мм ТКД у просвіті атріовентрикулярного каналу спостерігаються дві великі (передньо-верхня та нижньо-задня) ендокар-

діальні подушки, обабіч від яких розташовані дві малі бічні (рис. 2). Ендокардіальні подушки заповнені мезенхімними клітинами, що утворюються внаслідок епітеліально-мезенхімних перетворень.

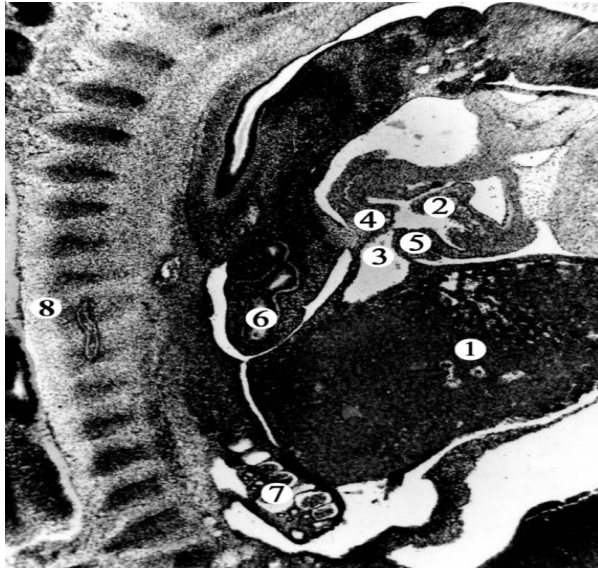


Рис. 1. Сагітальний зріз зародка людини 6,0 мм ТКД. Забарвлення Ван Гізоном. Мікрофотографія.

Зб.: 56 \times : 1 - закладка шлуночка; 2 - закладка передсердя; 3 - атріовентрикулярний канал; 4 - дорсальна ендокардіальна подушка; 5 - вентральна ендокардіальна подушка; 6 - закладка легені; 7 - мезонефрос; 8 - закладка хребтового стовпа.
повторним ішемічним інсультом у гострому періоді (M \pm m)

ному стовбурі з'являється друга перегородка, що росте каудально та розділяє його на дві судини - аорту та легеневий стовбур. У камері загального шлуночка з'являється третя - міжшлуночкова перегородка, що росте вверх від верхівки серця в краніальному напрямку та, зливаючись із атріовентрикулярними подушками, поділяє камеру шлуночка на лівий та правий шлуночки (рис. 3).



Рис. 3. Сагітальний зріз передплота 15,0 мм ТКД. Забарвлення гематоксилином та еозином.

Мікрофотографія. Зб.: 100 \times :

1 - лівий шлуночок; 2 - правий шлуночок; 3 - міжшлуночкова перегородка.

Всередині серця послідовно розвиваються три перегородки: в передсерді, в артеріальному стовбурі та в шлуночку. Спочатку з'являється перегородка в ділянці передсердя. В артеріаль-

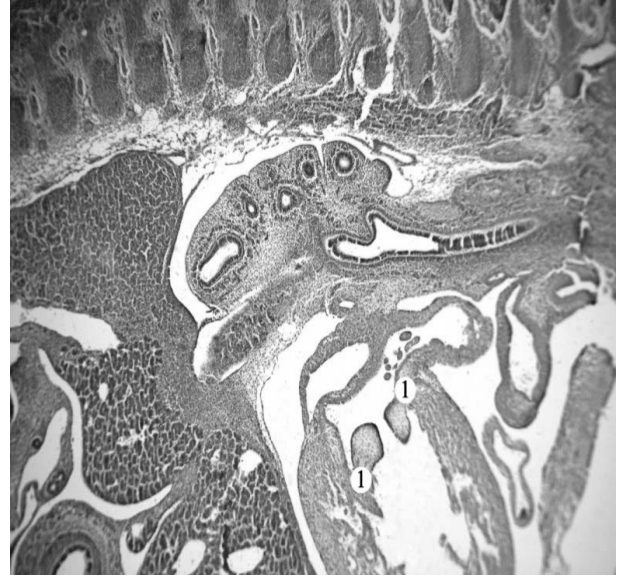


Рис 2. Ендокардіальні подушки атріовентрикулярного каналу. Забарвлення гематоксилином та еозином. Мікрофотографія.

Зб.: 200 \times :

1 - великі ендокардіальні подушки; 2 - мезенхімні клітини.

При мікроскопічному вивченні передплодів 14,0-17,0 мм ТКД виявляються закладки стулок передсердно-шлуночкових клапанів та закладки півмісяцевих заслінок клапанів аорти та легеневого стовбура (рис. 4).

Проведені нами дослідження свідчать, що передсердно-шлуночкові клапани формуються із атріовентрикулярних ендокардіальних подушок, а

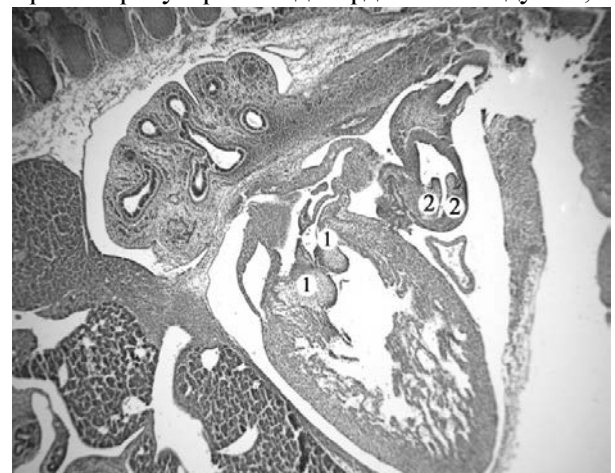


Рис. 4. Сагітальний зріз передплота людини 15,0 мм ТКД. Забарвлення гематоксилином та еозином.

Мікрофотографія. Зб.: 100 \times : 1 - ендокардіальні подушки передсердно-шлуночкового каналу; 2 - ендокардіальні подушки заслінок аорти.

саме: злиття та перетворення верхньої та нижньої атріовентрикулярних подушок під час розділення атріовентрикулярного каналу дає початок передній стулці мітрального клапана та перегородковій стулці тристулкового клапана. Ліва бічна атріовентрикулярна подушка утворює задню стулку мітрального клапана, тоді як права латеральна подушка побудувала передню та задню стулки тристулкового клапана.

Клапани аорти та легеневого стовбура формуються із чотирьох подушок конотрункусу, що є похідними мезенхіми основи ендокардіальних гребенів. Подушки відрізняються за своїми розмірами, а саме нами виявлені дві великі та дві маленькі вставні подушки. Кожна з великих подушок поділяється та дає початок двом заслінкам (правій та лівій) кожного клапана. Вставні подушки, у свою чергу, дають початок третім заслінкам: задній - клапана аорти та передній - клапана легеневого стовбура. До кінця другого місяця всі структурні елементи серця вже закладені. Чітко сформовані: праве передсердя і шлуночок, ліве передсердя і шлуночок, які сполучаються між собою, відповідно, правим та лівим передсердно-шлуночковими каналами (рис. 5).

При макроскопічному дослідженні стулки

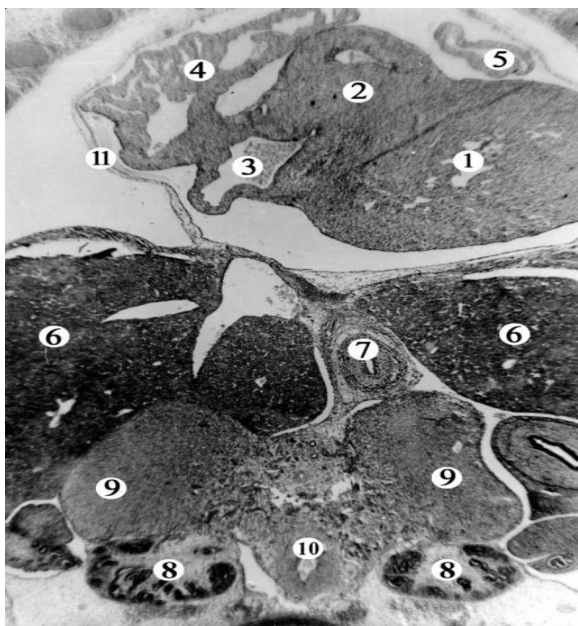


Рис. 5. Фронтальний зріз передплота 31,5 мм ТКД. Забарвлення за Ван Гізоном. Мікрофотографія. 36.: 56x: 1 - лівий шлуночок; 2 - правий шлуночок; 3 - легеневий стовбур; 4 - праве передсердя; 5 - ліве передсердя; 6 - печінка; 7 - стравохід; 8 - постійні нирки; 9 - надниркові залози; 10 - черевна аорта; 11 - осердя; 12 - діафрагма.

відмічалась вищою у другому триместрі та прогресивно зменшувалась із збільшенням терміну вагітності. Волокнистий компонент сполучної тканини, а саме колагенові та еластичні волокна,

передсердно-шлуночкових клапанів плодів мали вигляд тонких напівпрозорих пластинок із блискучими поверхнями. Передсердна поверхня рівна. Зі сторони шлуночків поверхня мала своєрідні нерівності, що були пов'язані з прикріпленням сухожилкових струн, які прямували від соскоподібних м'язів і фіксувались до стулок.

У результаті макроскопічного дослідження шлуночково-судинних клапанів плодів людини в усіх випадках виявили, що кількість заслінок клапана не змінювалась і складала у кожному випадку - по три заслінки та мали вигляд кишень.

Світлооптичне дослідження стулок мітрального та тристулкового клапанів серця плодів людини показали морфологічну схожість будови, як і світлооптичне дослідження заслінок аорти та легеневого стовбура.

У плодів стулки/заслінки клапанів серця вкриті ендотелієм, утворені інтерстиційними клітинами та неорганізованим міжклітинним матриксом. Інтерстиційні клітини, що знаходились у товщі стулок/заслінок клапанів серця, розташовувались з досить рівномірною щільністю. Клітини були видовженої форми та мали тонкі відростки, які тягнулись через весь матрикс стулки та знаходились із ним у тісному зв'язку (рис. 6).

Щільність клапанних інтерстиційних клітин

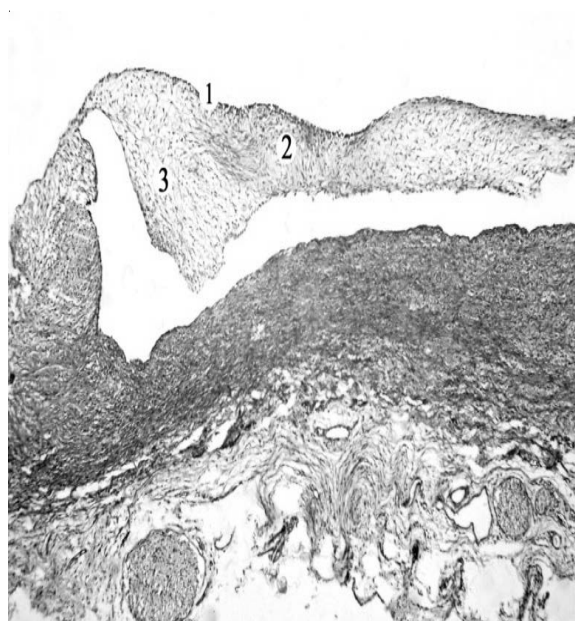


Рис. 6. Поперечний зріз заслінки легеневого клапана 31 тижня пренатального періоду розвитку. Забарвлення гематоксином та еозином. Мікрофотографія. 36.: 100x: 1 - ендотелій; 2 - інтерстиційні клітини; 3 - неорганізований міжклітинний матрикс.

особливо не виділялись.

У складі стулок передсердно-шлуночкових клапанів були виявлені кровоносні судини мікроциркуляторного русла, які спостерігались як

в основі стулки, так і у вільному краї.

У заслінках шлуночково-судинних клапанів серця плодів було виявлено судини мікро-

циркуляторного русла. Виявлені кровоносні судини локалізувались у товщі заслінок, займаючи серединне положення у відповідності до товщини заслінки (рис.7).

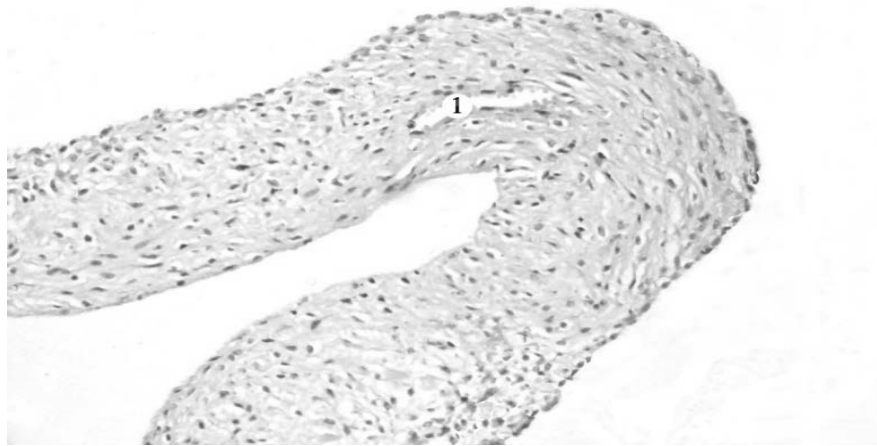


Рис. 7. Кровоносні судини у складі заслінки аортального клапана плода 24 тижнів пренатального розвитку. Забарвлення гематоксиліном та еозиним. Мікрофотографія. Зб.:200х: 1 - венаула.

Висновки

Результати досліджень свідчать про те, що закладка серця як органа, починається в ембріональному періоді та завершується до початку плодового періоду пренатального розвитку. Початком формування клапанів і септації серця є утворення та епітеліально-мезенхімне перетворення ендокардіальних подушок атріовентрикулярного каналу та конотрункусу. Клапани серця формуються одночасно із процесами септації. При цьому остаточне формування структур клапанів відбувається з незначною різницею в часі. До початку плодового періоду основні етапи морфогенезу серця та його клапанного апарату цілком завершуються. Здійснені септації ізолюють системну циркуляцію від легеневої.

Стулки/заслінки клапанів серця у плодів вкриті ендотелієм. У товщі стулок/заслінок містяться інтерстиційні клітини та неорганізований міжклітинний матрикс, волокнистий компонент якого добре не ідентифікується.

Стулки передсердно-шлуночкових клапанів та заслінки клапана аорти у плодів містять судини мікроциркуляторного русла. У стулках мітрального та тристулкового клапанів кровоносні судини трапляються як в основі, так і у вільному краї стулок. Краще кровопостачання відмічається в передній стулці мітрального клапана, передній та задній стулках тристулкового клапана. У заслінках клапана аорти кровоносні судини займають серединне положення відносно товщини стулки.

Перспективи подальших досліджень

Уточнені наукові дані щодо розвитку та структурної організації стулок/заслінок клапанів серця і

особливостей будови кровоносних судин васкуляризованих ділянок клапанів серця в пренатальному періоді онтогенезу людини є вагомим теоретичним підґрунтям для подальшого поглибленого та детального аналізу морфологічних змін, що відбуваються в клапанах при вродженій та набутій патології клапанного апарату серця.

Література. 1.Кирьякулов Г.С. Клиническая анатомия сердца детей в норме и при врожденных дефектах межжелудочковой перегородки / Г.С. Кирьякулов, В.А. Васильев. - Донецк, 1997. - 235 с. 2.Коррекция микроциркуляции в клинической практике / [Н.Е. Чернеховская, В.К. Шишло, А.В. Поваляев, З.А. Шевхужев]. - Изд-во: Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 208 с. 3.Матюшечкин С.В. Оценка морфологических показателей сердца у плодов разного пола / С.В. Матюшечкин, А.К. Косоуров // Структурно-функциональная организация органов и тканей в норме, патологии и эксперименте: под ред. Д.В. Баженова. - Тверь: РИО ТГМА, 1996. - 190 с. 4.Станек И. Эмбриология человека / И. Станек. - Братислава: Веда, 1999. - 417 с. 5.Степанчук А.П. Морфологичні зміни клапанного апарату серця людини при набутих вадах / А.А. Степанчук // Вісник морфології. - 2008. - 14(1). - С. 247-249. 6.Томас В. Медична ембріологія за Лангманом / В. Томас. - Львів: Наутілус, 2001. - 550 с. 7.Федонюк Л.Я. Морфологічна характеристика клапанів серця людини при інфекційному ендокардиті / Л.Я. Федонюк, В.П. Захарова, О.А. Крикунов [та ін.] // Буковинський медичний вісник. - 2004. - Т. 8, № 4. - С. 83-85. 8.Федонюк Л.Я. Микроскопическое строение и кровоснабжение клапанов сердца в норме и при приобретенных пороках сердца различного генеза. / Л.Я. Федонюк, Т.А. Семенов, Ю.Ю. Малик [та ін.] // Материалы международной научной конференции посл. 100-летию со дня рождения проф. Б.З. Перлина под редакцией И. Катеренюка - Изд. Sirius SRL, Кишинэу. - 2012. - С. 363-367. 9.Combs M.D. Heart valve development: regulatory networks in development and disease / M.D. Combs, K.E. Yutzey // Circ. Res. - 2009. - 105 (5). - P. 408-421. 10.Imanaka K. The stiffness of normal and abnormal mitral valve / K. Imanaka, Sh. Takamoto, T. Ohtsuka [et al.] // Ann Thorac Cardiovasc Surg. - 2007. - Vol. 13, № 3. - P. 178-184.

**ОСОБЕННОСТИ ЗАКЛАДКИ И
МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
КЛАПАНОВ СЕРДЦА В ПРЕНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ**

ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА*Л.Я. Федонюк, Т.А. Семенюк, И.Я. Підгайна*

Резюме. В работе показано, что закладка сердца начинается еще в эмбриональном периоде и завершается до начала плодного периода пренатального онтогенеза. Створки / заслонки клапанов сердца покрыты эндотелием и образованные интерстициальными клетками и неорганизованным межклеточным матриксом. В толще клапанов сердца имеющиеся кровеносные сосуды микроциркуляторного русла.

Ключевые слова: клапан сердца, пренатальный онтогенез, морфология клапана сердца, кровоснабжение клапана.

PECULIARITIES OF LAYING AND THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTIC OF HEART VALVES IN THE PRENATAL PERIOD OF THE HUMAN ONTOGENESIS*L. Ya. Fedoniuk1, T. A. Semeniuk2, I. Ya. Pidgainal*

Abstract. This work has shown that, the laying of the heart begins in the embryonic period and finishes till the fetal period of the prenatal ontogenesis. The cusps of the heart valves are covered by the endothelium and made of the interstitial cells and nonorganized extracellular matrix. The blood vessels of the microcirculation are present within the cusps of the heart valves.

Introduction. The process cardiogenesis continues to be the subject of interest of the scientists because this process is the basis for understanding the mechanisms of the development of heart diseases and possibilities to avoid them. The knowledge of the structure and biomechanics of the heart valvular apparatus is necessary in connection with the use of the newest instrumental and medical apparatuses in modern medicine.

Objectives of the research

To retrace morphogenesis of the human heart valves during the prenatal period of ontogenesis and study the microscopic structure and peculiarities of the blood supply of the heart valves in foetus.

Materials and methods

17 embryo, 24 prefoetuses and 27 hearts of foetus were observed. Macroscopic method and method of the light microscopy investigation were used during investigation.

Results of the research and discussion

The results of investigations show that the heart begins to develop at embryonic period at the end of the third week and looks like simple endothelial tube. The adjacent portions of the splanchnotomes which are converted into myoepicardial plates, from which later on differentiate the myocardium and epicardium.

In human embryo 6,0-7,5 mm of the parietal-coccygeal length the heart has the similar shape as the developed heart. Its inner structure remains in the form of tube but with some dilations: the general atrium and primitive ventricle, that are joined with each other by the atrioventricular canal. The endocardial cushions are visible in it.

The endocardial cushions are the beginning of the heart valve formation. They also take part in the processes of the heart septation. They are made up of mesenchymal cells that are foamed due to the epithelial-mesenchymal transformation. Three septae are developed within the heart step by step: in the atrium, arterial trunk and ventricle.

Our researches are indicative of the fact that atrioventricular valves are formed from the atrioventricular endocardial cushions. The valves of aorta and pulmonary trunk are formed from the cushions of conotruncus, which are derived from the mesenchyme of the endocardial cristae.

All structural elements of the heart are laid till the end of the second month. The right atrium and ventricle, the left atrium and ventricle, which are joined with each other by the right and left atrioventricular canals correspondingly.

Macroscopically the cusps of the atrioventricular valves looked like thin transparent plates. The atrial surface was smooth. The ventricular surface had irregular relief due to the attachment of the chordae tendineae. Three pocket-like cusps were detected in the ventricular-vascular valves.

At the microscopic investigation the cusps of the heart valves are covered by the endothelium. There are interstitial cells and non organized extracellular matrix in the thickness. Heart valves in foetus have blood vessels of microcirculation.

Conclusion

The data obtained testify to the development and morphological characteristic of leaflets of heart valves, during prenatal period of the human ontogenesis and also demonstrate peculiarities of their morphological structure and blood supply.

Key words: heart valve, prenatal ontogenesis, morphology of heart valve, blood supply of heart valve

1State Higher Educational Establishment "Ternopil State Medical University of I.Ya. Gorbachevskii of Ministry of public health of Ukraine", Ternopil
2Bucovinian State Medical University, Chernivtsy

Clin. and experim. pathol. - 2014. - Vol.13, №3 (49). - P.184-188.

Надійшла до редакції 15.08.2014

Рецензент – проф. Т.В. Хмара

© Л.Я. Федонюк, Т.О. Семенюк, І.Я. Підгайна, 2014