

© Л.Я. Федонюк, Т.О. Семенюк, 2015

УДК 611.126-053.15+611.126-053.3]-018-019

Л.Я. ФЕДОНЮК¹, Т.О. СЕМЕНЮК¹Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського, кафедра медичної біології, Тернопіль; Буковинський державний медичний університет, кафедра гістології, цитології та ембріології, Чернівці**ПОРІВНЯЛЬНА МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАПАНІВ СЕРЦЯ У ПЛОДІВ ТА ДІТЕЙ ВІКОМ ДО 1-ГО РОКУ ЗА УМОВ НОРМИ**

Дослідження проведене в рамках планової науково-дослідної роботи «Взаємозв'язок фізичних властивостей і морфологічних ознак біологічних тканин у нормі та при їх структурній реорганізації в контексті лазерної поляриметрії» (номер державної реєстрації 0111U006502).

Вивчено макро- та мікроскопічну будову стулок/заслінок клапанів серця плодів людини та дітей віком до 1-го року. Для дослідження використано макроскопічний, світлооптичний, гістохімічний та електронно-мікроскопічний методи. Встановлено, що стулки/заслінки клапанів серця плодів утворені інтерстиційними клітинами та неорганізованим міжклітинним матриксом. У дітей віком до 1-го року стулки передсердно-шлуночкових клапанів утворені пухкою неоформленою сполучною тканиною та не мають пошарової будови на відміну від заслінок клапанів аорти та легеневого стовбура, які утворені як пухкою неоформленою, так і щільною волокнистими сполучними тканинами, що визначають їх пошарову будову. В складі стулок передсердно-шлуночкових клапанів серця у дітей віком до 1-го року виявлена попереочно-посмугована серцева м'язова тканина та кровоносні судини.

Вивчення морфології та особливостей кровопостачання клапанів серця в нормі дозволить з нових позицій висвітлити структурно-тканинний потенціал, що може бути використано в сфері тканинної інженерії з метою удосконалення штучних клапанів серця. Отримані дані є підґрунтям для розуміння патогенезу та пояснення морфологічних змін, що відбуваються у клапанах при набутих вадах серця.

Ключові слова: клапани серця, кровопостачання клапанів, плоди, діти до 1-го року

Вступ. За даними МОЗ України, смертність від захворювань серцево-судинної системи складає понад 65 %, що становить близько 460 тисяч осіб щороку. Набуті вади серця людини складають ¼ всіх захворювань серцево-судинної системи та посідають III місце після гіпертонічної та ішемічної хвороб серця [5]. В Україні з вродженими вадами серця народжується щорічно понад 4,5 тисячі дітей, а серед загальної кількості дітей, котрі потребують хірургічного лікування, 30–40 % становлять новонароджені та діти грудного віку [2].

Розвитку та будові клапанного апарату серця присвячено численні фундаментальні роботи як вітчизняних [6, 7, 8], так і закордонних авторів [12, 13, 14]. Але на сьогоднішній день залишається дискусійним і суперечливим питання щодо присутності кровоносних судин у клапанах серця людини в нормі [9, 10, 11], їх походження та морфологічних особливостей будови.

Таким чином, суперечливі погляди щодо структурованої організації та кровопостачання клапанів серця людини впродовж онтогенезу зумовлюють необхідність вивчення будови та ангіоархітектоники клапанів серця із використанням сучасних методів дослідження для доповнення даних з метою використання їх у сучасній практичній медицині у відповідності із зростанням потреб та можливостей кардіохірургії та кардіології сьогодні.

Мета дослідження. Вивчити будову та з'ясувати особливості кровопостачання стулок/заслінок клапанів серця у плодів та дітей віком до 1-го року.

Матеріали та методи. Дослідження проведене на 44 клапанах сердець трупів плодів людини, причиною загибелі яких були штучні переривання вагітності, та 29 клапанах трупів дітей до одного року, причини смерті яких не пов'язані з патологією серцево-судинної системи. Забір матеріалу для дослідження здійснювався в обласному патологоанатомічному бюро м. Чернівці згідно з договором про співпрацю. Дослідження виконані з дотриманням основних положень GCP (1996 р.), Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964–2013 рр.), наказу МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р. та № 616 від 03.08.2012 р.

Використані макроскопічний, світлооптичний, гістохімічний, електронно-мікроскопічний методи дослідження.

Періоди внутрішньоутробного розвитку систематизовані за класифікацією Г.А. Шмидта (1955), та з урахуванням Інструкції з визначення критеріїв перинатального періоду, живонародженості та мертвонародженості, затвердженої Наказом МОЗ України № 179 від 29 березня 2006 р. Вік об'єктів визначали за зведеними таблицями Б.М. Пэттена (1959), Б.П. Хватова, Ю.Н. Шаповалова (1969) на підставі вимірювання тім'яно-куприкової довжини (ТКД).

Під час проведення макроскопічного дослідження вивчили будову стулки/заслінки кла-

панів серця, місця прикріплення, кількість та довжину сухожилкових стун.

Для світлової мікроскопії препарати фарбували гематоксиліном та еозином з метою вивчення загальної будови стулок/заслінок клапанів серця. З метою виявлення еластичних і колагенових волокон у каркасі сполучної тканини, елементів м'язової тканини у складі стулок/заслінок клапанів серця використовували метод забарвлення за пікро-Малорі. Для електронної мікроскопії ультратонкі зрізи, товщиною 400–600 нм, виготовлені із використанням ультрамікромів УМПТ-7 та

ЛКБ-III фарбували 1 % водним розчином уранілу ацетату, контрастували цитратом свинцю згідно з методом Рейнольда. Ультраструктурні особливості морфологічної будови вивчали в електронному мікроскопі ЕМВ-100 ЛМ.

Результати досліджень та їх обговорення. У результаті проведених досліджень стулок передсердно-шлуночкових клапанів (ПШК) з боку передсердя умовно виділяють три частини: основа, середня частина та вільний край, а з боку шлуночків – чотири частини: основа, прозора зона, шорстка зона та вільний край (рис. 1).



Рис. 1. Розподіл передсердної та шлуночкової поверхонь стулки передсердно-шлуночкових клапанів.

Поділ шлуночкової поверхні стулок клапанів (СК) зумовлений особливостями прикріплення сухожилкових струн (СС), що прямують від соскоподібних м'язів (СМ), галузяться на своєму шляху та фіксуються до них. Передсердна поверхня СК на відміну від шлуночкової – гладка.

При макроскопічному дослідженні ПШК плодів і дітей віком до 1-го року встановлено, що СК мають вигляд тонких напівпрозорих пластинок із блискучими поверхнями. Краї стулок мітрального клапана (МК) виглядають рівнішими, а стулки тристулкового клапана (ТК) мають фестончасті краї. Чіткий розподіл на стулки краще візуалізується в МК.

За результатами світлової мікроскопії виявлено, що стулки ПШК серця плодів і дітей віком до 1-го року вкриті ендотелієм, який на світло-оптичному та електронно-мікроскопічному рівнях представлений ендотеліоцитами – клітинами пласкої форми, у цитоплазмі яких розташовується одне базофільно забарвлене ядро видовженої форми, що лежать на базальній мембрані. Вісь ядра спрямована паралельно до поверхні заслінок.

Основа стулки ПШК плодів, яка розташовується під ендотелієм, утворена інтерстиційними клітинами та неорганізованим міжклітинним матриксом, у складі якого домінує аморфна речовина. Волокнистий компонент сполучної тканини міжклітинного матриксу, а саме – колаге-

нові та еластичні волокна не мають чіткої ідентифікації.

У дітей віком до 1-го року стулки МК і ТК утворені пухкою неоформленою сполучною тканиною. З боку передсердної поверхні під ендотелієм розташовується тонкий шар пухкої неоформленої волокнистої сполучної тканини, у якому ідентифікуються клітини фібробластичного ряду та тонкі невпорядковано розташовані еластичні волокна.

Глибше локалізуються товсті колагенові волокна, які мають хаотичний напрямок. Пучки колагенових волокон добре візуалізуються у ділянках стулок клапанів серця, де з боку шлуночкової поверхні прикріплюються СС.

Із використанням гістохімічного методу дослідження при забарвленні за методом пікро-Малорі виявлено волокна поперечно-посмугової серцевої м'язової тканини, які розташовуються у вигляді острівців у товщі стулок КС. Присутність поперечно-посмугової серцевої м'язової тканини у стулках ПШК серця підтверджено методом електронної мікроскопії, за допомогою якої встановлено, що саркоплазма клітин містить упорядковано розташовані скоротливі органели спеціального призначення – міофібрили з чіткою візуалізацією саркомерів і велику кількість органел енергетичного апарату клітини – мітохондрій, які концентруються між міофібрилами (рис. 2).

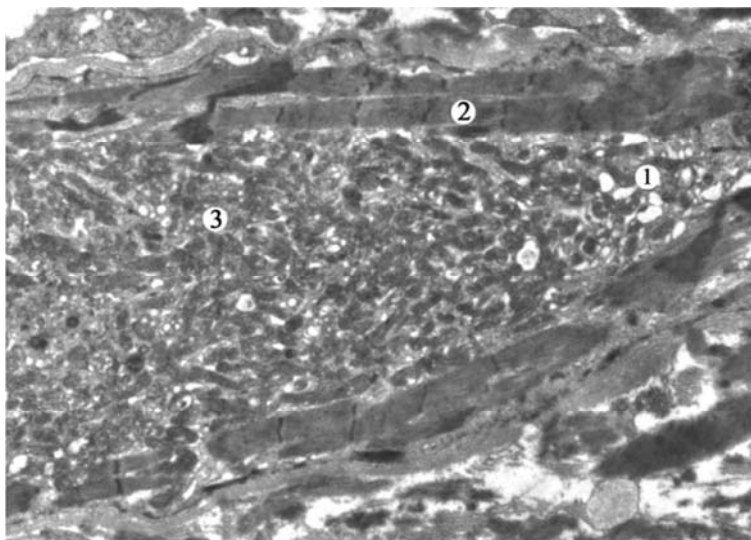


Рис. 2. Субмікроскопічна будова кардіоміоцита. Електронна мікрофотографія. Зб.: $\times 4000$.
1 – цитоплазма; 2 – міофібрили; 3 – мітохондрії.

Кардіоміоцити з'єднуються між собою за допомогою вставних дисків, у складі яких диференціюються щілинні та десмосомальні міжклітинні контакти.

За допомогою світлової мікроскопії у плодів 220–230 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД) у складі стулок ПШК серця виявлено кровоносні судини мікроциркуляторного русла, які локалізуються як у основі, так і у вільному краї СК.

У ПШК серця дітей до 1-го року виявлено кровоносні судини мікроциркуляторного русла, які розташовуються у СК ближче до вільного краю, а також кровоносні судини макроциркуляторного русла, які локалізуються в основі СК.

За допомогою методу електронної мікроскопії встановлено, що кровоносні судини мікроциркуляторного русла представлені гемокапілярами соматичного типу (рис. 3).

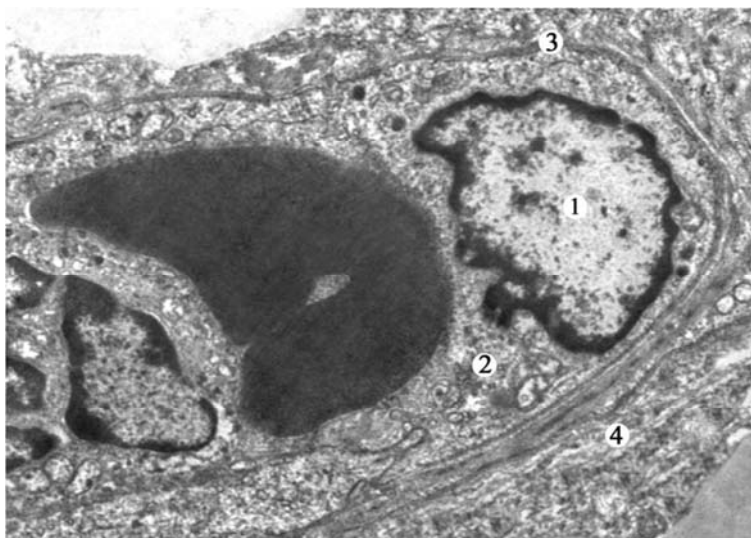


Рис. 3. Субмікроскопічна будова соматичного капіляра стулки мітрального клапана. Електронна мікрофотографія. Зб.: $\times 6400$: 1 – ядро ендотеліоцита; 2 – цитоплазма; 3 – базальна мембрана; 4 – сполучна тканина.

На поперечному зрізі кровоносної судини ідентифікується суцільна базальна мембрана, на якій розташовується ендотеліоцит. Товщина клітини в ядерній частині ендотеліоцита більша, ніж товщина клітини в периферійній ділянці. Ядерна оболонка формує інвагінації, а в каріоплазмі домінує еухроматин. У цитоплазмі ендотеліоцита розміщені лізосоми, елементи гранулярної ендоплазматичної сітки, міто-

хондрії. Периферійні ділянки цитоплазми витончені, в їх складі виявляється велика кількість піноцитозних пухирців, наявність яких свідчить про інтенсивність обмінних процесів.

У результаті макроскопічного дослідження клапанів аорти та легеневого стовбура у плодів і дітей віком до 1-го року в усіх випадках виявили, що кількість заслінок клапанів (ЗК) серця у кож-

ному випадку складає по три, та вони мають вигляд кишень.

Слід зазначити, що поверхні ЗК з боку кровоносних судин мають ребристість, яка у ЗК аорти більш виражена, ніж у ЗК легеневого стовбура. В стінці аорти, в ділянці розташування заслінок, спостерігаються отвори – місця початку вінцевих артерій.

За результатами світлової мікроскопії виявлено, що ЗК аорти та легеневого стовбура плодів і дітей віком до 1-го року вкриті одним шаром ен-

дотеліоцитів. Основа заслінок утворена інтерстиційними клітинами, які щільно розташовані одна до одної, та неорганізованим міжклітинним матриксом. У центрі тіла клітини розташовується одне базофільно забарвлене ядро. Від тіла інтерстиційної клітини відходять численні тонкі і довгі відростки, завдяки яким клітини контактують між собою (рис. 4). У складі міжклітинного матриксу в невеликій кількості виявлені не упорядковано розташовані еластичні та колагенові волокна.

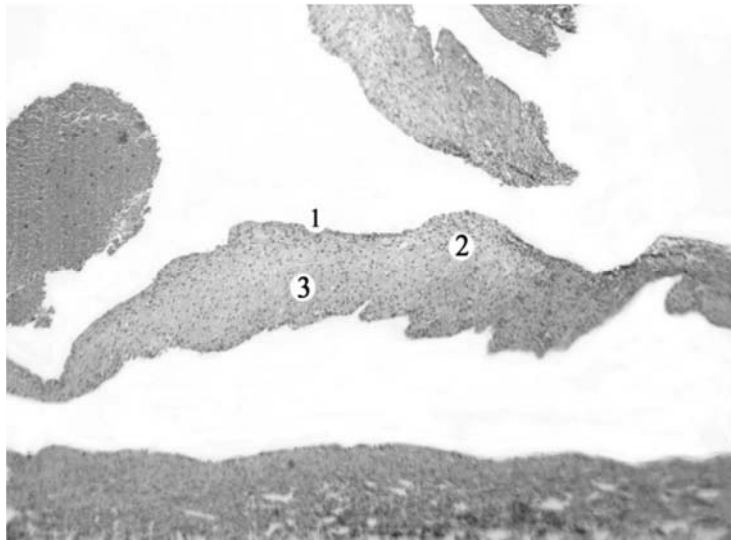


Рис. 4. Поперечний зріз заслінки клапана аорти плода 27 тижнів розвитку. Забарвлення гематоксиліном та еозином. Мікрофотографія. Зб.: $\times 100$: 1 – ендотелій; 2 – інтерстиційні клітини; 3 – міжклітинний матрикс.

За допомогою світлооптичного та гістохімічного методів при дослідженні ЗК аорти та легеневого стовбура виявлено, що у дітей віком до 1-го року волокниста сполучна тканина у складі заслінок має поширене розташування з утворенням трьох шарів: волокнистого, губчастого та шлуночкового.

Волокнистий та шлуночковий шари є щільнішими, займають межове положення, тобто безпосередньо контактують із кров'ю, а губчастий шар – пухкий та локалізується між ними.

Колагенові волокна у складі товстого і найщільнішого волокнистого шару, який розташований з боку стінки судини, є продовженням пучків колагенових волокон, що входять до складу стінки судини. Таким чином, колагенові волокна кровоносної судини та заслінки формують «коло». В свою чергу, колагенові волокна розташовуються в одному напрямку, залягають щільно та формують пучки. Між пучками у невеликій кількості містяться клітини фібробластичного ряду – фіброласти та фіброцити (рис. 5).



Рис. 5. Фрагмент клапана аорти дитини грудного віку. Забарвлення пікро-Малорі. Мікрофотографія. Зб.: $\times 100$: 1 – колагенові волокна стінки аорти; 2 – колагенові волокна волокнистого шару заслінки клапана.

При використанні методу світлової мікроскопії у ЗК аорти плодів виявлено кровоносні судини гемомікроциркуляторного русла, які розташовані у товщі заслінок та займають середнє положення у відповідності до товщини заслінки.

У дітей віком до 1-го року у складі ЗК аорти виявлені кровоносні судини. У місцях прикріплення ЗК до стінки судини спостерігаються венули та артеріоли. Безпосередньо у ЗК, а саме у губчастому шарі заслінки, містяться гемокapіляри соматичного типу.

Висновки. Передсердно-шлуночкові клапани, клапани аорти та легеневого стовбура у плодів людини утворені інтерстиційними клітинами та неорганізованим міжклітинним матриксом, у якому переважає аморфна речовина. У дітей віком до 1-го року передсердно-

шлуночкові клапани утворені пухкою неоформленою волокнистою сполучною тканиною, у якій визначається поперечно-посмугована м'язова тканина, що розташовується у вигляді острівців. Клапани аорти та легеневого стовбура мають поширене розташування щільної волокнистої та пухкої неоформленої волокнистої сполучних тканин із утворенням трьох шарів: волокнистого, губчастого та шлуночкового. У складі передсердно-шлуночкових клапанів, клапанах аорти та легеневого стовбура як у плодів, так і у дітей віком до 1-го року розташовуються кровоносні судини гемомікроциркуляторного русла. В основі стулок передсердно-шлуночкових клапанів дітей віком до 1-го року розташовуються кровоносні судини макроциркуляторного русла.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абдул-Оглы Л.В. Процессы васкулогенеза и ангиогенеза в кардиогенезе человека / Л.В. Абдул-Оглы, И.А. Демьяненко // Вісник ЛНУ ім. Тараса Шевченка. — 2011. — №18 (229). — С. 6—13.
2. Авраменко І. Ю. Результати лікування дітей із вродженими вадами серця і синдромом Дауна / І.Ю. Авраменко, Р.Я. Ковальський, В.Ф. Гусак // Здоров'є ребенка. — 2012. — №7 (42). — С. 76—79.
3. Горелова Н. І. Характеристика гістогенетичних процесів у серці людини на ранніх етапах кардіогенезу / Н. І. Горелова // Морфологія. — 2007. — Т. I, №1. — С. 59-62.
4. Довгаль Г.В. Формування судинного русла міокарда на етапах раннього кардіогенезу / Г.В. Довгаль, В.Ф. Шаторна, О.О. Романенко // Вісник морфології. — 2010. — №16 (2). — С. 250—253.
5. Дудник С. Серцево-судинні захворювання в Україні: прогнози — невтішні / С. Дудник // Ваше здоров'я. — 2015. — №1—2(1285—1286). — С. 18—19.
6. Зозуля О. С. Особливості розвитку стулок передсердно-шлуночкових клапанів / О.С. Зозуля // Морфологія. — 2007. — Т. 1, №2. — С. 54—58.
7. Козлов С.В. Взаємовідношення між м'язовим та судинним компонентами в серці упродовж пренатального періоду онтогенезу людини / С.В. Козлов, О.О. Яковець // Проблемы достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения: труды гос. учрежд. "Крымский государственный медицинский университет", матер. симпозиума "Морфогенез органов и тканей под влиянием экзогенных факторов", 7-9 окт. 2010 г. — Симферополь, 2010. — Т. 146. — Ч. VI. — С. 38—40.
8. Козловська Г.О. Пренатальний розвиток клапанів аорти та легеневого стовбура / Г.О. Козловська // Морфологія. — 2007. — Т. 1, №2. — С. 67—69.
9. Мірошниченко О.О. Морфологія стулок клапанів серця плодів і дітей раннього віку / О.О. Мірошниченко, В.Г. Трикоз // Медицина третього тисячоліття: зб. тез міжвуз. конф. молодих вчених та студентів, Харків, 15—16 січня 2013 р. / Харк. нац. мед. ун-т. — Х., 2013. — С. 43—44.
10. Соколов В.В. Сравнительная морфология клапанов сердца / В.В. Соколов — Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского государственного медицинского университета, 2003. — 250 с.
11. Яковець О.О. Ембріогенез судин клапанного апарату серця людини / О.О. Яковець, О.С. Снісар, Г.О. Козловська // Проблемы достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения: труды гос. учрежд. "Крымский государственный медицинский университет", матер. симпозиума "Морфогенез органов и тканей под влиянием экзогенных факторов", 7-9 окт. 2010 г. — Симферополь, 2010. — Т. 146. — Ч. VI. — С. 97.
12. Cardiovascular development in the first trimester / P. Dhanantwari, L. Leatherbury, C.W. Lo // The human embryo, Dr. Shigehito Yamada (Ed), InTech, 2012. — 180 p.
13. Lin Ch-J. Partitioning the heart: mechanisms of cardiac septation and valve development / Ch-J. Lin, Ch-Yu Lin, Ch-Hao Chen [et al.] // Development — 2012. — №18. — P. 3277—3299.
14. Misfeld Martin. Heart valve macro- and microstructure / Martin Misfeld, Hans-Hinrich Sievers // Phil. Trans. R. Soc. B. — 2007. — № 362. — P. 1421—1436.

L.Ya. FEDONIUK¹, T.A. SEMENIUK

¹*I.Ya. Horbachevsky Ternopil State Medical University, Medical Biology Department, Ternopil; Bucovinian State Medical University, Histology, Cytology and Embryology Department, Chernivtsi*

COMPARATIVE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE HEART VALVES IN FOETUSES AND CHILDREN AT THE AGE UP 1 IN NORM

Data scientific research deals with to study the macro- and microscopic structure of the leaflets of heart valves in fetuses and children at the age up 1. The macroscopic, histochemical methods, light and electron microscopy were used for the research. The results of the research indicate that the leaflets of the heart valves in fetuses are made of the interstitial cells and unorganized intercellular matrix. In children at the age up 1 the atrioventricular valves are made of loose connective tissue and have no the layered structure comparatively to the leaflets of the aortic and pulmonary valves that are made of the loose and dense connective tissues, which detect their layered structure. The striated cardiac muscle tissue is revealed within the leaflets of the atrioventricular valves. The blood vessels are revealed within the leaflets of the heart valves. To study the morphology and peculiarities of the blood supply of the heart valves in norm will provide to characterize the structural-tissue potential, which possible to be used for tissue engineering to do the modern bioprosthesis of heart valves. The results which we get are the basis for to understand the pathogenesis and morphological changes that are happed within the valves in the acquired defects.

Key words: heart valves, blood supply of valves, foetuses, children up 1 year age

Стаття надійшла до редакції: 3.12.2014