

УДК 616.126.4-091-053.3

Л.Я. Федонюк*, Н.П. Пентелейчук

МОРФОЛОГІЯ ПЕРЕДСЕРДНО-ШЛУНОЧКОВИХ КЛАПАНІВ СЕРЦЯ У ДІТЕЙ ГРУДНОГО ВІКУ ТА ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ СУХОЖИЛКОВИХ СТРУН В НОРМІ

Метою дослідження було вивчення морфологічної будови сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця дітей грудного віку з використанням макроскопічного, світлооптичного, гістохімічного та електронномікроскопічного методів дослідження. Матеріалом для дослідження послуговували 54 передсердно-шлуночкових клапанів серця дітей грудного віку (з 28-ї доби до 1 року), які померли від причин, не пов'язаних із патологією серцево-судинної системи. Встановлено, що сухожилкові струни починаються від верхівок соскоподібних м'язів і фіксуються до стулок передсердно-шлуночкових клапанів до вільної, шлуночкової та базальної поверхонь. При з'єднанні зі стулкою клапана сухожилкові струни дітей грудного віку на своєму шляху галузяться на струни першого, другого та третього порядків розсипним або дихотомічним способом. Тому до стулок клапана кріпиться значно більша кількість сухожилкових струн, ніж відходить від соскоподібних м'язів. Кількість сухожилкових струн прямопропорційно залежить від кількості соскоподібних м'язів - чим більша кількість соскоподібних м'язів, тим більша кількість сухожилкових струн від них відходить. Дослідження виконані за допомогою світлової та електронної мікроскопії показують, що поверхня сухожилкових струн мітрального та тристулкового клапанів серця дітей грудного віку вкрита одним шаром ендотеліоцитів, що лежать на базальній мембрані. Під ендотелієм у складі сухожилкових струн локалізується підендотеліальний шар, в якому диференціюються тяжкі еластичних волокон, що мають вигляд пухкої сітки. У проміжках між тонкими еластичними волокнами локалізуються товсті поодинокі та хаотично розташовані колагенові волокна. Волокнисті компоненти оточені аморфним компонентом міжклітинної речовини. Основу сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця складають упорядковані, щільно упаковані, прямолінійно спрямовані пучки колагенових волокон, між якими розташовуються юні та зрілі фібробласти, фіброцити, що є найбільш чисельною групою клітин фібробластичного ряду, міофібробласти, а також кровоносні судини. Отже, сухожилкові струни передсердно-шлуночкових клапанів серця дітей грудного віку належать до сухожилкових струн фіброзного типу.

Ключові слова: сухожилкові струни, передсердно-шлуночкові клапани серця, діти грудного віку.

Постановка проблеми. Аналіз досліджень і публікацій. Вродженим вадам серця належить основне місце серед захворювань серцево-судинної системи, що є предметом досліджень багатьох науковців [1, 4]. Вони займають третє місце в структурі захворюваності після патології центральної нервової системи та опорно-рухового апарату та перше місце в структурі первинної інвалідності населення [3]. Вроджені вади клапанного апарату серця є причинами пренатальної і ранньої дитячої захворюваності та смертності [2, 5]. За даними МОЗ України, в структурі вроджених аномалій у дітей першого року життя вроджені вади клапанного апарату серця складають 14,2 % [3].

Тому вивчення структурної організації клапанного апарату передсердно-шлуночкових клапанів (ПШК) серця дітей грудного віку є актуальним питанням сьогодення, що зробить суттєвий внесок у діагностику, консервативне та оперативне лікування вроджених вад серця.

Мета дослідження. Встановити морфологічні особливості сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця дітей грудного віку в нормі.

Методика

Дослідження сухожилкових струн (СС) мітрального клапана (МК) та тристулкового клапана (ТК) були проведені на 54 ПШК серця, взятих із сердець 27 дітей грудного віку (з 28-ї доби до 1 року), які померли від причин, не пов'язаних із патологією серцево-судинної системи.

Одержаний матеріал фіксували в 10% розчині нейтрального формаліну. Після фіксації матеріал зневоднювали та заливали в парафін і виготовляли серійні зрізи товщиною 10 мкм. Для вивчення сполучнотканинних і м'язових елементів СС, проводили їх фарбування методом Слінченко за стандартними методиками. Для електронно-мікроскопічного дослідження матеріал фіксували в 2,5 % розчині глутаральдегіду з активною реакцією середовища рН 7,3-7,4, приготовленому на фосфатному буфері Міллоніга. Фіксований матеріал через 50-60 хвилин переносили у фосфатний буферний розчин і промивали протягом 20-30 хвилин. Постфіксацію матеріалу здійснювали 1 % розчином чотириоксиду осмію на буфері Міллоніга впродовж 60 хвилин, після чого проводили його дегідратацію в спиртах і ацетоні та заливали в суміш епоксидних смол згідно загальноприйнятої методики (Карупу В.Я., 1984).

Ультратонкі зрізи, контрастували 1 % водним розчином урананіцетату та цитратом свинцю згідно методу Рейнольда та вивчали ультраструктурні особливості в електронному мікроскопі ПЕМ – 125К.

Результати та їх обговорення

Результати макроскопічного дослідження сердець дітей грудного віку показали, що стулки МК та ТК серця зв'язані, як правило, з відповідними соскоподібними м'язами (СМ) за допомогою СС, які мають вигляд тонких фіброзних ниток.

СС МК та СС ТК серця дітей грудного віку зазвичай відходять від верхівок СМ, і, залежно від фіксації, вони поділяються на стулкові СС та СС комісуральних зон стулок клапанів серця.

Стулкові СС МК залежно від місця прикріплення, поділяються на СС передньої стулки та СС задньої стулки. СС передньої стулки представлені двома типами: СС потовщеної зони та опорні СС (рис. 1). СС задньої стулки представлені трьома типами струн: потовщеної зони, розщеплень задньої стулки та базальні СС.

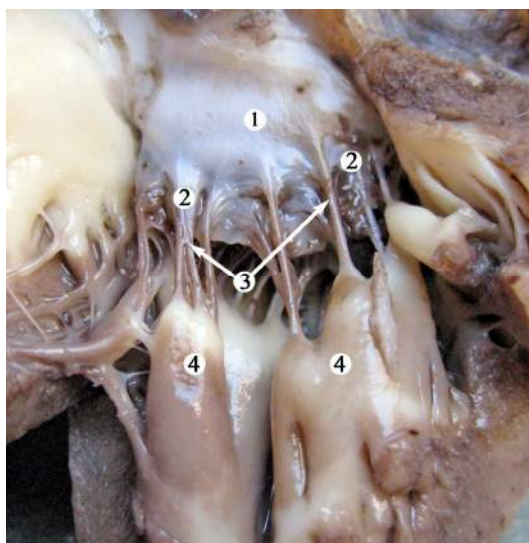


Рис. 1. Мітральний клапан серця дитини грудного віку, 10 місяць. Макропрепарат.3б.·14^х:
1 – передня стулка мітрального клапана; 2 – сухожилкові струни потовщеної зони; 3 – опорні сухожилкові струни; 4 – соскоподібні м'язи.

СС потовщеної зони фіксуються до передньої та задньої стулок МК. Найтовстіші СС передньої стулки, які кріпляться до потовщеної зони, вважаються опорними СС. Базальні СС мають вигляд поодиноких тяжів які фіксуються до базальної частини задньої стулки.

Місце поділу МК на передню та задню стулки визначають комісуральні СС, які прикріплюються до комісуральних зон стулок і поділяються на передньо-латеральні комісуральні СС і задньо-медіальні комісуральні СС.

У ТК залежно від фіксації виділено п'ять типів СС: віялоподібні, вільного краю, потовщеної зони, глибокі та базальні (рис. 2).

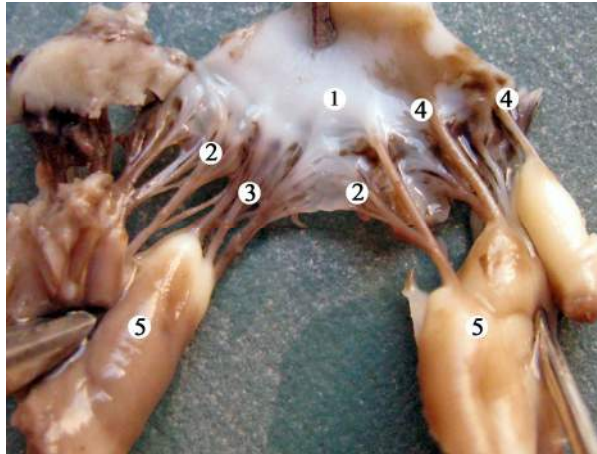


Рис. 2. Фрагмент тристулкового клапана серця дитини грудного віку, 1 місяць 9 днів. Макропрепарат. 36. 22^х:

1 – стулка клапана; 2 – сухожилкові струни потовщеної зони; 3 – глибокі сухожилкові струни; 4 – базальні сухожилкові струни 5 – соскоподібні м'язи.

Віялоподібні СС прикріплюються до комісуральних зон і розщелинами стулок. Поодинокі розташовані СС вільного краю прикріплюються до вільного краю стулок у більшості випадків до верхівки, рідше між верхівкою та комісуральною зоною стулок. СС потовщеної зони фіксуються до місць потовщеної шлуночкової поверхні стулок, поділяючись на три гілки: одна кріпиться до вільного краю стулки, друга – в місці переходу потовщеної зони до вільного краю, третя – між ними. Глибокі СС є найдовшими, прикріплюються глибоко до вільного краю шлуночкової поверхні стулки, галузяться на три гілки перед фіксацією до стулок клапанів. Базальні СС прикріплюються до основи стулок ТК на відстані 2 мм від волокнистого кільця.

Серед комісуральних СС ТК виділяються: передньо-задні, задньо-перегородкові та передньо-перегородкові.

На основі макроскопічного дослідження сердець дітей грудного віку встановлено, що при з'єднанні зі стулкою клапана СС на своєму шляху галузяться на струни першого, другого порядку та третього порядків розсипним або дихотомічним способом. Тому до стулки клапана кріпилася значно більша кількість СС, ніж відходить від СМ. Кількість СС прямопропорційно залежить від кількості СМ – чим більше СМ, тим більша кількість СС від них відходить.

Дослідження виконані за допомогою методу світлової мікроскопії показали, що поверхня СС МК і СС ТК серця дітей грудного віку вкрита одним шаром ендотеліоцитів, що лежать на базальній мембрані.

Електронномікроскопічно встановлено, що ендотеліоцити мають полігональну форму та нерівні хвилясті краї. У центрі клітини розташовується одне ядро, яке займає майже весь об'єм клітини та містить маргінально розташований гетерохроматин. На люмінальній поверхні клітини спостерігаються поодинокі мікрроворсинки (рис. 3).

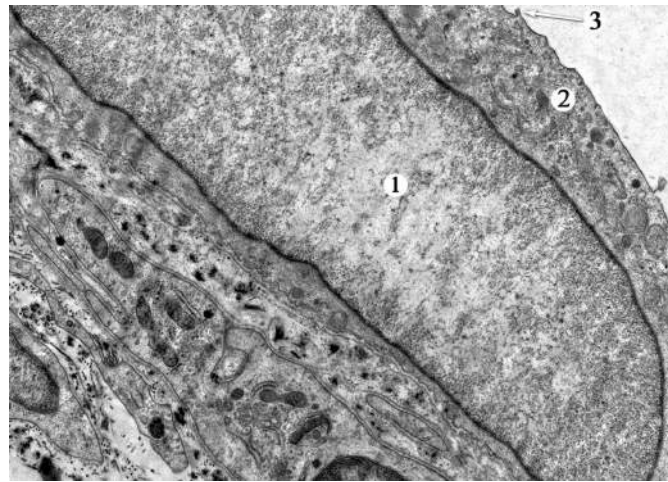


Рис. 3. Ультраструктура поверхнього шару сухожилкової струни мітрального клапана дитини грудного віку, 4 місяць. Зб.: 12000^x:

1 – ядро ендотеліоцита; 2 – мітохондрії в цитоплазмі; 3 – мікроворсинки

При проведенні світлової мікроскопії СС дітей грудного віку визначено, що під ендотелієм локалізується підендотеліальний шар ендокарда, у якому диференціюються тяжі еластичних волокон, що мають вигляд пухкої сітки. У проміжках між тонкими еластичними волокнами розташовані товсті, поодинокі та хаотично розташовані колагенові волокна. Волокнисті компоненти оточені аморфним компонентом міжклітинної речовини.

Основа СС ПШК серця дітей грудного віку утворена щільною оформленою волокнистою сполучною тканиною, яка представлена упорядкованими, щільно упакованими, прямолінійно спрямованими пучками колагенових волокон, між якими залягають клітини фібробластичного ряду (рис. 4).

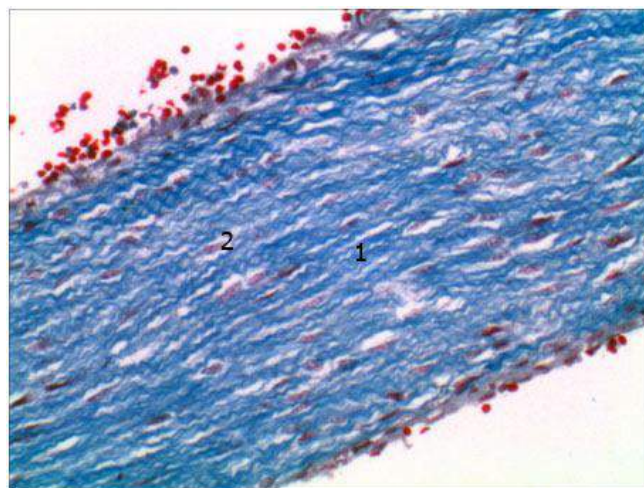


Рис. 4. Поздовжній зріз сухожилкової струни мітрального клапана грудної дитини, 3 місяць. Забарвлення за методом Слінченка. Мікрофотографія. Зб.: об. 20^x, ок. 10^x:

1 – пучки колагенових волокон; 2 – клітини фібробластичного ряду.

На ультрамікроскопічному рівні колагенові волокна диференціюються у вигляді тонких видовжених ниток із чіткими контурами. Волокна мають паралельну орієнтацію з відносно вираженою поперечною посмугованістю. Між пучками колагенових волокон в аморфній речовині тлокалізуються молоді фібробласти, зрілі фібробласти та фіброцити.

Молоді фібробласти мають видовжену або овальну форму з невеликою кількістю відростків. Майже весь вміст клітини займає велике, овальної форми, ядро, яке розташовується по центру клітини. В цитоплазмі молодих фібробластів розташовуються слабо розвинуті органи загального призначення.

Зрілі фібробласти локалізуються у аморфній речовині СС між пучками колагенових волокон, пронизуючи всю товщу СС. Вони містять велике, овальної форми світле ядро, в якому рівномірно розподілений дрібно розпилений хроматин. У цитоплазмі клітин візуалізуються органи загального призначення (рис.5).

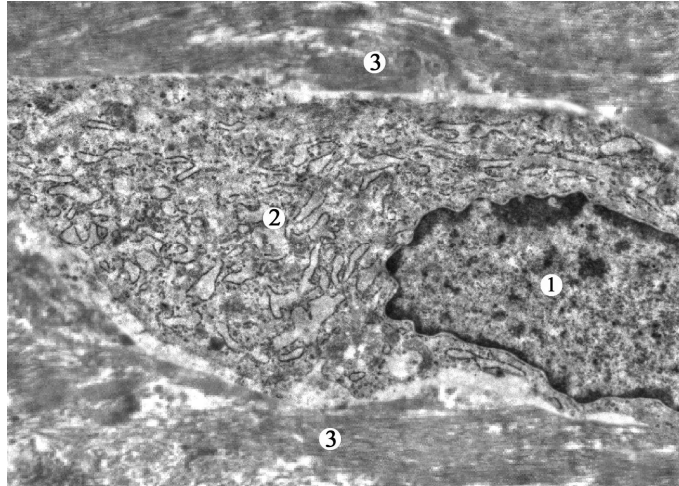


Рис. 5. Субмікроскопічна будова зрілого фібробласта сухожилкової струни мітрального клапана дитини грудного віку, 4 місяць. Зб.: 6400^x:

1 – ядро фібробласта; 2 – ендоплазматична сітка в цитоплазмі фібробласта; 3 – пучки колагенових волокон.

Фіброцити – найбільш чисельна група клітин фібробластичного ряду, які пронизують всю товщу СС. Вони локалізуються між пучками колагенових волокон в аморфній речовині СС. Клітини мають веретеноподібну форму з тонкими та довгими відростками, якими вони латерально контактують одні з одними.

Субмікроскопічні дослідження СС грудних дітей виявили клітини, цитоплазма яких містить елементи скоротливого апарату – міофібрили. Останні мають невпорядкований вигляд, між ними залягає незначна кількість мітохондрій. Дані клітини розцінені як міофібробласти.

У гістологічних зрізах СС МК та ТК серця дітей грудного віку у товщі СС, а саме в прошарках пухкої волокнистої сполучної тканини, спостерігаються кровоносні судини, що мають вигляд тонких, хвилястих ліній з чіткою орієнтацією.

Поперечно-посмуговані серцеві м'язові волокна утворені окремими м'язовими клітинами, які розташовуються ланцюжком і мають у розрізі прямокутну форму з овальним або видовженої форми ядром, що локалізується в центрі клітини (рис. 6).

При світлооптичному дослідженні ділянки відходження СС від СМ спостерігаються поздовжньо розташовані колагенові волокна, які у вигляді напівкруглих тяжів та дугоподібних утворень пронизують пучки колагенових волокон разом із волокнами серцевої поперечно-посмугової м'язової тканини, які влітаються у СС та оплітаються прошарками сполучної тканини.

При проведенні світлової мікроскопії ділянки прикріплення СС до стулок МК встановлено, що колагенові волокна проникають у шлуночкову поверхню стулок і розходяться у різні сторони. В товщі стулок клапана колагенові волокна волокнистого кільця з'єднуються з колагеновими волокнами СС.

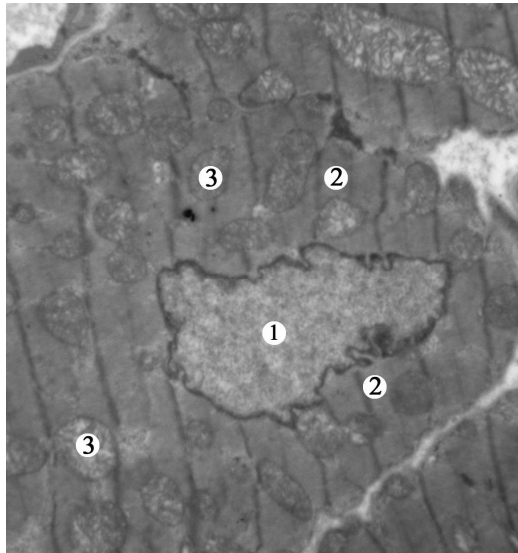


Рис. 6. Субмікроскопічна будова кардіоміоцита в ділянці відходження сухожилкової струни від верхівки соскоподібного м'яза мітрального клапана дитини грудного віку, 4 місяць. Зб.: 4000^x:

1 – ядро кардіоміоцита; 2 – міофібрили в цитоплазмі кардіоміоцита; 3 – мітохондрії в цитоплазмі кардіоміоцита.

Висновки

Таким чином, результати дослідження СС ПШК серця показали, що СС дітей грудного віку починаються від верхівок СМ і фіксуються до стулок ПШК, а саме: до вільної, шлуночкової та базальної поверхонь стулок. Дослідження виконані за допомогою світлової та електронної мікроскопії показали, що основу СС складає щільна оформлена волокниста сполучна тканина, в якій між пучками колагенових волокон розташовуються юні та зрілі фібробласти, фіброцити, міофібробласти та кровеносні судини. Отже, сухожилкові струни передсердно-шлуночкових клапанів серця дітей грудного віку належать до сухожилкових струн фіброзного типу.

Література

1. Кнышов Г.В. Кардиохирургия в Украине: прошлое, настоящее, будущее / Г.В. Кнышов // Серце і судини. – 2003. – № 1. – С. 8–14.
2. Майданник В.Г. Діагностика природжених пороків серця: сучасний стан і перспективи / В.Г. Майданник, М.В. Хайтович // Педіатрія, акушерство та гінекол. – 2010. – Т. 72, № 1. – С. 31–34.
3. Підвисоцька Н.І. Прогнозування, клінікогенетична характеристика та шляхи профілактики уроджених вад серцево–судинної системи у дітей: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук : спец. 03.00.15 / Підвисоцька Н.І. – Київ (Чернівці), 2005. – 15 с.
4. Подзолков В.П. Врожденные пороки сердца / В.П. Подзолков, В.А. Шведунова // Рос. мед. – 2001. – Т. 9, №10. – С. 430–432.
5. Development of the atrioventricular valves: clinico-morphological correlations /M. Kanani, A. F. Moorman, A. C.Cook [et al.] // Ann. Thorac. Surg. – 2005. – Vol. 79, № 5. – P. 1797–1804.

Анотация Федонюк Л.Я., Пентелейчук Н.П. Морфология сухожильных хорд предсердно-желудочковой клапанов сердца детей грудного возраста в норме - Целью исследования было изучение морфологического строения сухожильных хорд предсердно-желудочковых клапанов сердца детей грудного возраста с использованием макроскопического, светооптического, гистохимического и электронно методов. Материалом для исследования послужили 54 предсердно-желудочковых клапанов сердца детей грудного возраста (с 28-го дня до 1 года), умерших от причин, не связанных с патологией сердечно-сосудистой системы. Нами установлено, что сухожильные хорды начинаются от верхушек сосочковых мышц и фиксируются к створкам предсердно-желудочковых клапанов к свободной, желудочковой и

базальной поверхностей. При соединении со створкой клапана сухожильные хорды детей грудного возраста на своем пути ветвятся на струны первого, второго и третьего порядков рассыпным или дихотомическим способом. Поэтому к створкам клапана крепится значительно большее количество сухожильных хорд, чем отходит от сосочковых мышц. Количество сухожильных хорд прямо пропорционально зависит от количества сосочковых мышц - чем больше сосочковых мышц, тем большее количество сухожильных хорд от них отходит. Исследования выполнены с помощью световой и электронной микроскопий показывают, что поверхность сухожильных хорд митрального и трехстворчатого клапанов сердца детей грудного возраста покрыта одним слоем эндотелиоцитов, лежащих на базальной мембране. Под эндотелием в составе сухожильных хорд детей грудного возраста локализуется подэндотелиальный слой, в котором дифференцируются тяжи эластических волокон, которые имеют вид рыхлой сетки. В промежутках между тонкими эластичными волокнами локализуются толстые одиночно и хаотично расположены коллагеновые волокна. Волокнистые компоненты окружены аморфным компонентом межклеточного вещества. Основу сухожильных хорд предсердно-желудочковых клапанов сердца составляют упорядочены, плотно упакованы, прямолинейно направлены пучки коллагеновых волокон, между которыми располагаются юные и зрелые фибробласты, фиброциты, что являются наиболее многочисленной группой клеток фибробластического ряда, миофибробласты и кровеносные сосуды. Итак, сухожильные хорды предсердно-желудочковых клапанов сердца детей грудного возраста относятся к сухожильным хордам фиброзного типа.

Ключевые слова: сухожильные хорды, предсердно-желудочковые клапаны сердца, дети грудного возраста.

Summary. Fedoniuk L.Y., Penteleychuk N.P. Morphology of the tendinous cords of the atrioventricular heart valves in infants in norm - The objective of the research was to study morphological structure of tendinous cords of the atrioventricular heart valves in infants by means of macroscopic, light optic, histochemical and immunohistochemical methods of examination. Materials for the research were 54 atrioventricular heart valves of infants (from the 28th day of life to 1 year) died of the reasons not connected with cardio-vascular pathology. Tendinous cords were found to begin from the apices of the papillary muscles and fixed to the cusps of the atrioventricular heart valves to the free ventricular and basal surfaces. During fixation with the valve cusp tendinous cords of infants in their way were branched out into the cords of the first, second or third degrees by means of extended or dichotomic methods. Therefore, more tendinous cords were attached to the valve cusp than are derived from the papillary muscles. The number of tendinous cords is in direct correlation with the number of papillary muscles – the more papillary muscles are, the more tendinous cords are derived from them. The examinations conducted by means of light microscopy demonstrated that the surface of tendinous cords of the mitral and tricuspid valves of infants was covered with the endocardium consisting of the superficial layer of endotheliocytes lying on the basal membrane. Under the endothelium in the structure of tendinous cords of infants the endocardium sudendothelial layer was localized with differentiated bundles of elastic fibers forming a loose plexus. Thick single and chaotically located collagen fibers were localized in the space between thin elastic fibers. Fibrous constituents were surrounded by the amorphous component of the intercellular substance. The base of tendinous cords of the atrioventricular heart valves was composed of the arranged, thick packed, directed straightforward bundles of collagen fibers, and between them there were located immature and mature fibroblasts, fibrocytes being the most numerous group of cells from the fibroblastic range, myofibroblasts and blood. Thereby, tendinous cords of the atrioventricular heart valves of infants belong to the tendinous cords of a fibrous type.

Key words: tendinous cords, atrioventricular heart valves, infants.

*ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені
І.Я.Горбачевського МОЗ України»
Буковинський державний медичний університет

Одержано редакцією
Прийнято до публікації

02.02.2015
05.02.2015