

Список літератури

1. Tverdohlib I. V. Prostorova rekonstrukcija biologichnih ob'ektiv za dopomogoj kompjuternogo modeljuvannja / I. V. Tverdohlib // Morfologija.- 2007.- Т.1, №1.-S. 135-139.
2. Ushenko O. G. Lazerna poljarizacijna morfologija biologichnih tkanin. Statistichnij i fraktal'nij pidhodi: monografija / O.G. Ushenko, V.P. Pishak, O.V. Angel'skij [ta in.] // Chernivci: Kolir-Druk, - 2007. - 341 s.
3. Burton R. A. B. Three-dimensional models of individual cardiac histoanatomy: tools and challenges / R. A. B. Burton, G. Plank, J. E. Schneide [et al.] // Ann N Y Acad Sci. - 2006.- Vol.1080. - P.301-319.
4. Burton R. A. B. Three-dimensional histology: tools and application to quantitative assessment of cell-type distribution in rabbit heart / R.A.B. Burton, P. Lee, R. Casero [et al.] // Europace (European Society of Cardiology).- 2014. Vol. 16. - P. 1586-1595.

Реферати**ТИПИЧНЫЕ СУХОЖИЛЬНЫЕ ХОРДЫ МИТРАЛЬНОГО КЛАПАНА И АНОМАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫЕ ХОРДЫ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА****Федонюк Л. Я., Малик Ю. Ю.**

В работе представлены трехмерные модели структурной организации типичных сухожильных хорд митрального клапана и аномально расположенных хорд левого желудочка сердца человека, указывающие на различия их структурной организации. Поданы результаты исследования срезов типичных и аномально расположенных сухожильных хорд левого желудочка сердца человека методом лазерной поляриметрии, позволившие провести систематический анализ топографии анизотропных свойств коллагеновых волокон, эластичных волокон и кардиомиоцитов с помощью полученных распределений интенсивностей при различных поляризационных ориентациях изображений вектор параметра Стокса, поляризационных карт (азимутов и эллипсичности поляризации) и элементов матриц Мюллера и их соответствующих статистических моментов 1-го - 4-го порядков.

Ключевые слова: сухожильные хорды, митральный клапан, трехмерная модель, лазерная поляриметрия.

Статья надійшла 27.10.2014 р.

TYPICAL MITRAL VALVE CHORDAE TENDINEAE AND ABNORMALLY LOCATED CHORDAE TENDINEAE OF THE HUMAN HEART LEFT VENTRICLE**Fedonyuk L.Ya., Malyk Yu.Yu.**

In the article presents the three-dimensional models of the structural organization of the typical mitral valve chordae tendineae and abnormally located chordae of the left ventricle of the human heart, indicating differences in their structural organization. Submitted the results of research of sections of the human left ventricle chordae tendineae by laser polarimetry method, which allowed to conduct a systematic analysis of the topography of the anisotropic properties of collagen fibers, elastic fibers and cardiomyocytes obtained through the intensity distribution at different polarization orientations of images of parameter vector Stokes, polarization maps and Mueller matrix elements and their corresponding statistical moments of the 1-st - 4-th order.

Key words: chordae tendineae, mitral valve, three-dimensional model, laser polarimetry.

Рецензент Сілкина Ю.В.

УДК 611.126.018.28-053.3

Л. Я. Федонюк, *Н. П. Пантелейчук**ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України», м. Тернопіль.*****Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці****МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СУХОЖИЛКОВИХ СТРУН ПЕРЕДСЕРДНО-ШЛУНОЧКОВИХ КЛАПАНІВ СЕРЦЯ ПЛОДІВ, НОВОНАРОДЖЕНИХ І ДІТЕЙ ГРУДНОГО ВІКУ В НОРМИ**

Метою дослідження було вивчити морфологічну будову та поляризаційні властивості сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця плодів, новонароджених і дітей грудного віку за допомогою комплексу адекватних методів морфологічного дослідження. У результаті проведеного макроскопічного дослідження встановлено, що стулки митрального та тристулкового клапанів серця зв'язані з соскоподібними м'язами за допомогою сухожилкових струн, які мають вигляд тонких фіброзних ниток. У результаті проведення 3D моделювання клапанного апарату серця плода 90,0 мм тім'яно-куприкової довжини виявлено, що соскоподібні м'язи безпосередньо переходять у стулки передсердно-шлуночкових клапанів. У плодів 135,0 мм тім'яно-куприкової довжини сухожилкові струни являють собою м'язові тяжі, що в подальшому перетворюються на сухожилкові струни, у складі яких домінує щільна оформлена сполучна тканина. У товщі сухожилкових струн плодів і новонароджених дітей, окрім пучків колагенових волокон, зустрічаються пучки серцевих м'язових клітин, що дає змогу віднести їх до сухожилкових струн фіброзно-м'язового типу. При імуногістохімічному дослідженні сухожилкових струн спостерігається позитивна реакція: Anti-Human Collagen IV+, що вказує на присутність колагену IV в базальній мембрані кардіомиоцитів. Оптичні властивості сухожилкових струн митрального та тристулкового клапанів серця дають можливість диференціювати у їх складі колагенові, еластичні та м'язові волокна, підтверджуючи типоналежність сухожилкової струни.

Ключові слова: серце, плоди, новонароджені, діти грудного віку.

Незважаючи на велику кількість наукових досліджень, присвячених вивченню структурної організації клапанного апарату серця (КАС) [2, 4, 5, 8, 9], низка питань щодо особливостей будови сухожилкових струн (СС) плодів, новонароджених і дітей грудного віку залишається не до кінця з'ясованими. За даними МОЗ України, в структурі вродженої патології дітей першого року життя 14,2 % випадків складають вроджені вади КАС, темп зростання яких найвищий серед усіх зареєстрованих вроджених вад [1, 3]. Надзвичайно важливими є своєчасна діагностика цієї патології та проведення

відповідної хірургічної корекції. Якщо остання не проводиться, то на 1-му році життя помирає близько 55 % дітей з вродженими вадами КАС [6, 7].

Таким чином, сучасні дані про структуру КАС та топографію СС будуть великим теоретичним підґрунтям для удосконалення існуючих конструкцій протезів клапанів при вирішенні питання оперативного лікування вроджених вад серця.

Метою роботи було вивчення морфологічної будови та поляризаційних властивостей сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця плодів, новонароджених і дітей грудного віку в нормі.

Матеріал та методи дослідження. Дослідження СС мітрального клапана (МК) та тристулкового клапана (ТК) були проведені на 186 передсердно-шлуночкових клапанах (ПШК) серця, взятих із сердець 40-плодів (13-40 тижнів пренатального розвитку онтогенезу 85,0-370,0 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД)), 26-новонароджених (від народження до 28-ї доби життя) та 27-дітей грудного віку (від 29-ї доби до 1 року), які померли від причин, не пов'язаних із патологією серцево-судинної системи.

Одержаний матеріал фіксували у 10 % розчині нейтрального формаліну. Для вивчення сполучнотканинних і м'язових елементів СС, виготовляли серійні зрізи, проводили їх фарбування за стандартними методиками та методом пікро-Маллорі та методом Ван-Гізона-Вейгертом.

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

Імуногістохімічні реакції проводили на парафінових зрізах із використанням маркера Anti-Human Collagen IV і системи візуалізації LSAB (Labelled Streptavidin-Biotin) (Lab Vision).

Оптичні властивості СС ПШК серця новонароджених та дітей грудного віку проводили за допомогою методики стоксполяриметричного дослідження. В якості об'єктів дослідження використані оптично тонкі поздовжні заморожені зрізи СС ПШК серця новонароджених і дітей грудного віку товщиною 20-40 мікрометрів.

Результати дослідження та їх обговорення. Виконані макроскопічні дослідження КАС людини в нормі встановили, що СС у вигляді тяжів простягаються від верхівок СМ і сполучаються зі стулками ПШК.

Залежно від місця прикріплення виділено СС МК передньої стулки, СС задньої стулки та комісуральні СС, що віялоподібно кріпляться до передньо-латеральної та задньо-медіальної комісуральних зон стулок МК. СС передньої стулки кріпилися або до вільних країв, або до потовщеної зони шлуночкової поверхні на відміну від СС задньої стулки, які кріпились ще й до основи стулки МК (рис. 1). У передній стулці МК розрізняють опорні СС та СС потовщеної зони. У задній стулці розрізняють СС потовщеної зони, ділянок розщеплень задньої стулки та базальні СС.

У ТК спостерігається п'ять типів СС: віялоподібні, вільного краю, потовщеної зони, глибокі та базальні. Віялоподібні СС прикріплюються до комісуральних зон між стулками і ділянок розщеплень. СС вільного краю ниткоподібні, досить довгі кріпляться до вільного краю стулок в більшості випадків до верхівки, рідше між верхівкою і комісурою і ділянкою розщеплень (рис. 2). СС потовщеної зони фіксуються до потовщеної зони шлуночкової поверхні стулок: передньої, задньої та перегородкової. Глибокі СС самі довгі вони кріпляться глибоко до вільного краю шлуночкової поверхні стулок. Базальні СС фіксуються до основи стулок приблизно на 2 мм від ділянки волокнистого кільця. Комісуральні СС прикріплюються до комісур і визначають ділянку поділу ТК на передню, задню, перегородкову стулки та поділяються на передньозадні, задньо-перегородкові і передньо-перегородкові комісуральні СС.

При макроскопічному дослідженні ПШК плодів встановлено, що СС галузяться на струни першого та другого порядку розсіпним або дихотомічним способом, а у новонароджених і дітей грудного віку спостерігаються ще й струни третього порядку. В результаті до стулок кріпиться значно більша кількість СС, ніж відходить від СМ. У результаті макроскопічних досліджень встановлено, що кількість і довжина СС є різною в осіб протилежних статей (табл. 1). У плодів чоловічої статі кількість СС в 1,03 рази більша кількості СС у плодів жіночої статі. У новонароджених осіб чоловічої статі кількість СС ПШК в 1,12 рази більша у порівнянні із новонародженими особами жіночої статі. У осіб чоловічої статі грудного віку кількість СС в 1,08 рази більша над кількістю СС у осіб жіночої статі. Кількість СС новонароджених в 2,5 рази перевищує кількість СС у плодів, а кількість СС у ПШК у дітей грудного віку перевищують в 1,07 рази кількість СС новонароджених (табл. 1).

Довжина СС 1п плодів чоловічої статі у 1,03 рази перевищує довжину СС 1п плодів жіночої статі. Довжина СС 1п новонароджених осіб чоловічої статі у 1,07 рази перевищує довжину СС 1п новонароджених осіб жіночої статі. Довжина СС 1п у дітей грудного віку чоловічої статі у 1,08 рази перевищує довжину СС 1п у цій віковій групі в осіб жіночої статі (табл. 2). Отже, довжина СС 1п новонароджених в 1,02 рази перевищує довжину СС 1п плодів, а довжина СС 1п ПШК у дітей грудного віку перевищує довжину СС 1п у новонароджених в 1,16 рази (табл. 2).

Кількість СС плодів, новонароджених і дітей грудного віку варіює в досить широкому діапазоні та зростає по мірі збільшення розмірів СМ і їх кількості. Оскільки в лівому шлуночку СМ крупніші, що вірогідно зумовлено високим тиском крові, яка викидається лівим шлуночком, то й кількість СС, які відходять від них, більша ніж у правому. Співвідношення кількості СС МК до кількості СС ТК відповідно

становить 1,5:1. При світлооптичному дослідженні серць плодів 85,0-120,0 мм ТКД було виявлено, що до шлуночкової поверхні стулок ПШК прикріплюються СМ, міокард яких плавно переходить у мезенхіму стулки. У результаті проведення 3D моделювання клапанного апарату серця плода 90,0 мм ТКД виявлено, що СМ безпосередньо переходять у стулки ПШК (рис. 3).

Таблиця 1

Кількість сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця у плодів, новонароджених і дітей грудного віку (M±m, n)

Сухожилкові струни	Порядок СС	Плоди (13-40 тиждень пренатального розвитку)		Новонароджені (від народження до 28-ї доби життя)		Діти грудного віку (29 доба - 1 рік)	
		Стать		Стать		Стать	
		Чол.	Жін.	Чол.	Жін.	Чол.	Жін.
СС, які йдуть до передньої стулки МК	1	3,5±0,508	3,5±0,508	4,1±0,884	3,9±1,029	4,9±0,995	4,1±0,884
	2	12,3±1,208	12,1±0,995	14,7±1,022	13,4±0,932	14,9±1,029	13,9±1,029
	3	-	-	20,0±1,174	19,2±0,924	23,0±0,831	21,2±0,925
СС, які йдуть до задньої стулки МК	1	4,9±0,995	4,8±1,031	5,9±0,959	4,8±1,031	6,4±0,932	5,2±0,925
	2	20,0±1,174	20,0±1,174	22,1±0,845	22,1±0,845	23,0±0,831	20,2±0,925
	3	-	-	36,2±0,761	32,4±0,932	38,2±0,714	36,4±0,932
СС, які йдуть до передньої стулки ТК	1	1,8±0,847	1,8±0,847	2,0±0,743	2,0±0,743	2,0±0,743	2,0±0,743
	2	8,8±1,349	7,4±0,969	14,2±0,924	10,2±0,925	14,4±0,932	12,1±0,884
	3	-	-	20,0±1,174	15,5±0,630	20,6±1,037	18,8±1,031
СС, які йдуть до задньої стулки ТК	1	2,2±1,126	2,1±0,844	2,8±1,157	2,2±1,126	3,2±0,714	2,8±1,157
	2	6,2±1,375	6,0±0,830	6,4±0,932	6,2±1,375	6,4±0,932	6,2±1,375
	3	-	-	12,4±0,932	11,2±0,924	13,4±0,932	12,6±1,037
СС, які йдуть до перегородкової стулки ТК	1	2,8±1,157	2,8±1,157	3,2±0,714	2,8±1,157	3,8±0,031	3,2±0,714
	2	7,6±1,192	7,4±0,969	8,8±1,349	7,6±1,037	9,0±0,830	8,6±1,037
	3	-	-	16,2±0,714	15,8±1,031	17,0±0,830	16,6±1,037

Примітка: СС – сухожилкові струни; МК – мітральний клапан; ТК – тристулковий клапан.

Таблиця 2

Довжина сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця у плодів, новонароджених і дітей грудного віку (M±m, мм)

Сухожилкові струни першого порядку	Плоди (13-40 тиждень пренатального розвитку)		Новонароджені (від народження до 28-ї доби життя)		Діти грудного віку (29 доба - 1 рік)	
	Стать		Стать		Стать	
	Чол.	Жін.	Чол.	Жін.	Чол.	Жін.
СС, які йдуть до передньої стулки МК	2,63±0,718	2,6±0,724	2,97±1,033	2,77±0,858	3,5±1,333	3,2±1,095
СС, які йдуть до задньої стулки МК	2,43±0,626	2,4±0,622	2,83±1,053	2,57±0,817	3,17±1,341	3,0±1,145
СС, які йдуть до передньої стулки ТК	2,97±0,718	2,8±0,761	3,3±0,952	3,07±0,944	4,0±1,313	3,57±1,135
СС, які йдуть до задньої стулки ТК	2,93±0,691	2,8±0,714	3,3±0,988	3,07±0,907	4,0±1,339	3,57±1,104
СС, які йдуть до перегородкової стулки ТК	2,67±0,711	2,63±0,718	2,93±0,944	2,8±0,847	3,33±1,269	3,23±1,073

Примітка: СС – сухожилкові струни; МК – мітральний клапан; ТК – тристулковий клапан.

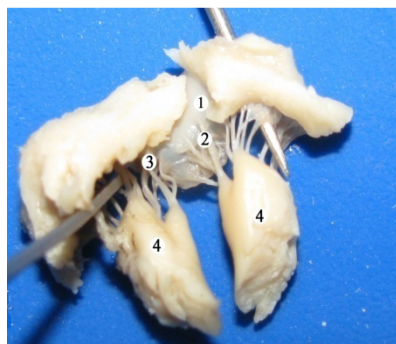


Рис. 1. Мітральний клапан серця новонародженої дитини, 6 день. Макропрепарат. Зб. 4,5х: 1– стулка клапана; 2– сухожилкові струни потовщеної зони; 3– базальні сухожилкові струни; 4.– соскоподібні м'язи.

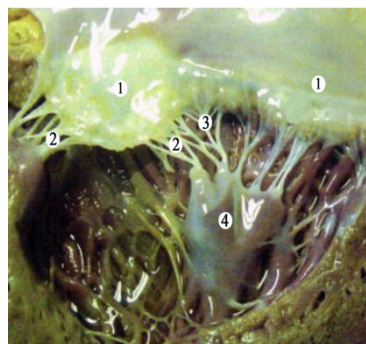


Рис. 2. Тристулковий клапан серця дитини грудного віку, 2 місяць. Макропрепарат. Зб.4,5х: 1– стулка клапана; 2– стулкові струни; 3– комісуральні струни; 4– соскоподібний м'яз.

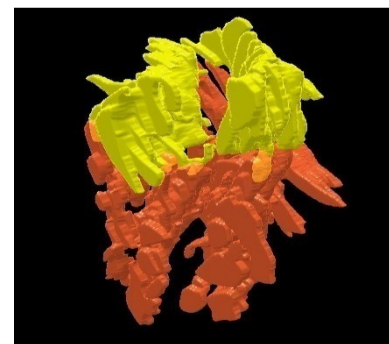


Рис. 3. Тривимірний модель мітрального клапана серця плода 90,0 мм ТКД. Червоний колір – соскоподібні м'язи лівого шлуночка; жовтий колір – стулки клапана.

У плодів 125,0 мм ТКД між СМ та стулками ПШК спостерігаються первинні СС у вигляді тонких поодиноких тяжів. Первинні СС утворені пластом щільно розташованих кардіоміоцитів і невеликою кількістю мезенхімальних клітин. У плодів 130,0-135,0 мм ТКД СС являють собою м'язові тяжі, що в подальшому перетворюються на СС, у складі яких домінує щільна оформлена сполучна тканина. Метод 3-D реконструкції показав, що у плодів 135,0 мм ТКД між СМ та стулками МК та ТК серця спостерігаються новоутворені СС у вигляді тонких поодиноких тяжів. СС ПШК серця у плодів 140,0-170,0 мм ТКД утворені м'язовою та сполучною тканиною, в якій колагенові волокна формуються єдиним пластом, що з'єднує міокард, стулку та СМ. Поверхня СС МК та ТК серця плодів 180,0-370,0 мм ТКД, новонароджених і дітей грудного віку рівна та вкрита одним шаром плоских клітин – ендотеліоцитів. Під шаром ендотелію в складі СС плодів розташовується підендотеліальний шар, у якому виявляються еластичні волокна у вигляді тонкої смужки. У новонароджених і дітей грудного віку еластичні волокна у підендотеліальному шарі формують сітку (рис. 4). У проміжках між еластичними волокнами локалізуються поодинокі та хаотично розташовані колагенові волокна, оточені аморфним компонентом міжклітинної речовини.

Метод 3-D реконструкції СС МК та ТК серця новонароджених дітей показав, що підендотеліальний шар є пухкою колагеново-еластичною периферією, в якій розташовані кровеносні судини. Основа СС ПШК серця людини утворена щільним колагеновим стрижнем, який формують паралельні, прямолінійно спрямовані пучки колагенових волокон, між якими залягають клітини фібробластичного ряду.

У товщі СС у плодів 19-32 тижнів пренатального онтогенезу (180,0–310,0 мм ТКД) візуалізуються ретикулярні волокна, які розташовуються вздовж СС у вигляді хвилястих, плоских тяжів. При електронно-мікроскопічному дослідженні серед клітин фібробластичного ряду ідентифікували: юні фіброласти, зрілі фіброласти, фіброцити та міофіброласти. У підендотеліальному шарі в проміжках між еластичними і колагеновими волокнами у аморфній речовині локалізуються гладкі міоцити. Слід зазначити, що зі збільшенням віку у складі СС відмічається зменшення кількості клітин фібробластичного ряду та ущільнення пучків колагенових волокон. У результаті забарвлення гістологічних зрізів СС МК та ТК серця плодів та новонароджених за методом пікро-Маллорі виявлено, що у товщі СС локалізуються кардіоміоцити (рис. 5). Клітини вкриті сарколемою, що складається плазмолемі кардіоміоцитів та базальної мембрани до складу якої входить колаген IV типу, який при імуногістохімічному дослідженні дає яскраво виражену позитивну реакцію (+++). Слід зазначити, що зі збільшенням віку в складі СС відмічається зменшення кількості поперечно-посмугованих серцевих м'язових волокон. У дітей грудного віку кардіоміоцити відсутні.

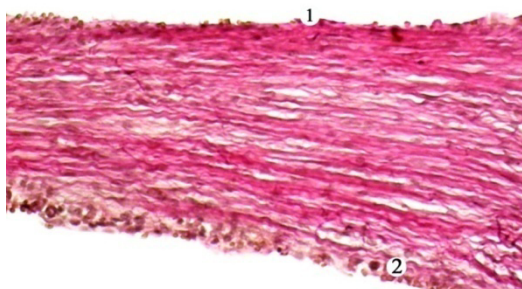


Рис. 4. Поздовжній зріз сухожилкової струни тристулкового клапана серця новонародженого, 5 день. Забарвлення за методом Ван-Гізоном-Вейгертом. Мікрофотографія. Зб.: об. 15х, ок. 10х: 1 – ендотелій; 2 – еластичні волокна у складі підендотеліального шару.

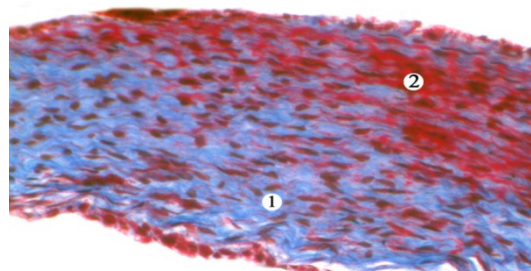


Рис. 5. Поздовжній зріз сухожилкової струни мітрального клапана серця плода 270,0 мм ТКД. Забарвлення за методом пікро-Маллорі. Мікрофотографія. Зб.: об. 15х, ок. 10х: 1 – пучки колагенових волокон; 2 – м'язові волокна.

Аналіз поляризаційних мап, поляризаційних зображень в різних станах азимутів та еліптичностей поляризації опромінюючого та аналізуючого каналів, показав наступні особливості проявів анізотропної архітекτονіки наявних пучків колагенових, еластичних і м'язових волокон.

Поляризаційні проекції візуалізують ієрархічну тканинну будову СС ПШК серця новонароджених і дітей грудного віку із симетричною структурою поздовжньої проекції поверхневого ендотеліального та підендотеліального шарів. В ортогональних проекціях відфільтровується будова волокнистих структур міжклітинної речовини, одночасна ідентифікація яких не візуалізується у співосних проекціях. Спостерігається накладання двох поляризаційних топологій в ортогональних проекціях, пов'язаних із наявними пучками коллагену, еластину та актиново-міозинових філаментів.

Представлені гістограмні розподіли інтенсивності в поляризаційних проекціях зі статистичними параметрами нижчих і вищих порядків, на якій виділяються дві характерні області – з низькою інтенсивністю сигналу, пов'язаною з наявними розупорядкованими актиново-міозиновими філаментами та рівномірною ділянкою середньої інтенсивності, яка ілюстрована з структурованою топологією фіброзного типу, що проявляється анізотропністю структури колагенових волокон.

Висновки

1. СС плодів, новонароджених і дітей грудного віку мають вигляд сполучнотканинних тяжів, що відходять від верхівок СМ і фіксуються до стулок ПШК серця.
2. Співвідношення кількості СС у плодів, новонароджених і дітей грудного віку, що фіксуються до стулок МК та ТК серця, відповідно становить 1,5:1. Кількість СС новонароджених в 2,5 рази перевищує кількість

СС плодів, а СС дітей грудного віку перевищують кількість СС новонароджених в 1,07 рази. У осіб чоловічої статі довжина СС є більшою, ніж у осіб жіночої статі в усіх досліджуваних вікових групах.

3. Моделі просторової організації КАС плодів 90,0 мм ТДК демонструють відсутність у них СС. Реконструкційні моделі КАС плодів 135,0 мм ТДК показують, що між СМ та стулками ПШК серця спостерігаються новоутворені СС у вигляді тонких поодиноких тяжів. Метод 3-D реконструкції СС МК та ТК серця новонароджених дітей показує, що їх основа утворена центральним колагеновим стрижнем, а периферія – пухкою волокнистою сполучною тканиною, в якій проходять кровоносні судини. За мікроскопічною та субмікроскопічною будовою сухожилкові струни плодів належать до фіброзно-м'язового типу, новонароджених – до фіброзно-м'язового та фіброзного типів, у дітей грудного віку – фіброзного типу, що підтверджується оптичними властивостями СС визначеними методом лазерної поляриметрії.

Перспективи подальших досліджень. Наступний етап наукових досліджень буде стосуватися змін структурних компонентів сухожилкових струн серця новонароджених дітей при набутих вадах.

Список літератури

- Galagan V. Vrozdheni vadi sercya u novonarozdzenih: chastota, struktura chinniki ih viniknennja / V. Galagan, O. Timchenko, Ju. Shherbak [ta in.] // Sovremennaja pediatrija. – 2007. – № 2. – S. 177–178.
- Zozulja E. S. Osobennosti stroenija predserdno-zheludochkovykh klapanov serdca v ontogeneze cheloveka / E.S. Zozulja // Ukraïns'kij morfologichnij al'manah. – 2006. – Т. 4, № 4. – S. 30–32.
- Korovina N. A. Klinicheskoe znachenie malyh anomalij razvitiya u detej / N. A. Korovina, A. A. Tarasova, T. M. Tvorogova [i dr.] // Lechashij vrach. – 2005. – № 4. – S. 47–49.
- Kostilenko Ju. P. Trabekuljarnye obrazovanija i suhozhil'ne hordy levogo zheludoka serdca cheloveka / Ju.P. Kostilenko, A.P. Stepanchuk // Visnik morfologii. – 2010. №16(1). – S. 66–70.
- Lobko P. I. Mikroskopicheskaja anatomija mjasistyh trabekul, sosochkovykh myshc i suhozhil'nyh hord zheludochkov serdca cheloveka / P.I. Lobko, A.R. Rombal'skaja // Klinichna anatomija ta operativna hirurgija. – 2010. – Т. 9, № 1. – S. 60–63.
- Mutaf'jan O. A. Poroki i malje anomalii serdca u detej i podrostkov / O.A. Mutaf'jan // – SPB.: Izdatel'skij dom SPBMAPO, – 2005. – 480 s.
- Pidvisoc'ka N.I. Prognozuvannja, kliniko–genetichna charakteristika ta shljahi profilaktiki urodzenih vad sercevo–sudinnoj sistemi u ditej: avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. med. nauk : spec. 03.00.15 / Pidvisoc'ka N.I. – Kiïv (Chernivci), – 2005. – 15 s.
- Gusukuma W. L. Chordae tendineae architecture in the papillary muscle insertion / W. L. Gusukuma, J. C. Prates, R. L. Smith // Int. J. Morphol. – 2004. – Vol. 22(4). – P. 267–272.
- Martin Misfeld Heart valve macro- and microstructure / Martin Misfeld, Hans-Hinrich Sievers // Philosophical Transactions of the Royal Society. – 2007. – Vol. 362. – P. 1421–1436.

Реферати

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУХОЖИЛЬНЫХ ХОРД ПРЕДСЕРДНО-ЖЕЛУДОЧКОВОЙ КЛАПАНОВ СЕРДЦА ПЛОДОВ, НОВОРОЖДЕННЫХ И ДЕТЕЙ ГРУДНОГО ВОЗРАСТА В НОРМЕ

Федонюк Л. Я., Пентелейчук Н. П.

Целью исследования было изучить морфологическое строение и поляризационные свойства сухожильных хорд предсердно-желудочковых клапанов сердца плодов, новорожденных и детей грудного возраста с помощью комплекса адекватных методов морфологического исследования. В результате проведенного макроскопического исследования установлено, что створки митрального и трехстворчатого клапанов сердца связаны с сосочковыми мышцами с помощью сухожильных хорд, которые имеют вид тонких фиброзных нитей.

В результате проведения 3D моделирования клапанного аппарата сердца плода 90,0 мм теменно-копчиковой длины обнаружено, что сосочковые мышцы непосредственно переходят в створки предсердно-желудочковых клапанов. У плодов 130,0–135,0 мм теменно-копчиковой длины сухожильные хорды представляют собой мышечные тяжи, которые в дальнейшем превращаются в сухожильные хорды в составе которых доминирует плотная оформленная соединительная ткань. В толще сухожильных хорд плодов и новорожденных детей, кроме пучков коллагеновых волокон, встречались пучки сердечных мышечных клеток, что позволяет отнести их к сухожильным хордам фиброзно-мышечного типа. При иммуногистохимическом исследовании сухожильных хорд наблюдается положительная реакция: Anti-Human Collagen IV +, что указывает на присутствие коллагена IV в базальной мембране кардиомиоцитов. Оптические свойства сухожильных хорд митрального и трехстворчатого клапанов сердца дают возможность дифференцировать в их

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF NORMAL TENDINOUS CORDS OF ATRIOVENTRICULAR HEART VALVES OF FETUSES, NEWBORNS AND INFANTS

Fedoniuk L. Y., Peneteleychuk N. P.

The aim of the research was to study the morphological structure and polarization properties of the atrioventricular heart valves' tendinous cords of fetuses, newborns and infants with complex adequate methods morphological studies. As a result the macroscopic study indicates that cusps of the mitral and tricuspid heart valves associated with papillary muscles by tendinous cords, which have the form of thin fibrous strands.

In the 3D modeling valvular heart apparatus of the fetus 90,0 mm of parietococcygeal length revealed that papillary muscles pass directly to the cusps of the atrioventricular valves. Fetal hearts in 135 mm of parietococcygeal length has found that tendinous cords are the muscle fibers, which will later become tendinous cords, in structure of which is dominated dense regular connective tissue. In the thickness of the tendinous cords of fetuses and newborns, in addition to bundles of collagen fibers are bundles of cardiac muscle cells that can be attributed them to the tendinous cords of fibro-muscular type. Immunohistochemical examination of the tendinous cords indicates a positive reaction: Anti-Human Collagen IV+, which indicates the presence of collagen IV in the basal membrane of cardiac muscle cells. The optical properties of the tendinous cords of mitral and

составе коллагеновые, эластичные и мышечные волокна, подтверждающая тип сухожильной ходы.

Ключевые слова: сердце, плоды, новорожденные, дети грудного возраста.

tricuspid heart valves provide an opportunity to differentiate the collagen, elastic and muscle fibers in their structure, confirming type of the tendinous cord.

Key words: heart, fetus, newborns, infants.

Стаття надійшла 19.09.2014 р.

Рецензент Сілкина Ю.В.

УДК 616.12-008.1+611.127+615.22

С. В. Федоров, С. Б. Геращенко

ДВНЗ «Івано-Франківський національний медичний університет», м. Івано-Франківськ

МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ КАРДІОМІОЦИТІВ ПРИ ІШЕМІЧНІЙ СЕРЦЕВІЙ НЕДОСТАТНОСТІ ПІД ВПЛИВОМ ІВАБРАДИНУ

З метою оцінки впливу івабрадину на стан кардіоміоцитів відтворили модель ішемічної серцевої недостатності в умовах експерименту на 30 статевозрілих рандомбредних щурах (*Rattus Norvegicus* L.). При морфометричному дослідженні встановлено суттєве зменшення середнього значення показника площі профілю поперечного зрізу кардіоміоцитів, показника площі профілю ядра кардіоміоцитів та стримання розростання сполучної тканини у групі тварин, яким вводили івабрадин. Таким чином, івабрадин виявляє помірно виражений позитивний ефект на міокард, який проявляється зменшенням ступеня гіпертрофії кардіоміоцитів та їхніх ядер, глибини паренхіматозної дистрофії та зниженням вираження фіброзу серцевого м'язу.

Ключові слова: серцева недостатність, івабрадин, морфологія міокарда.

Робота є фрагментом НДР "Гемодинамічні, нейрогуморальні, імунні та структурні фактори розвитку серцево-судинного континууму" (№ держреєстрації 0113U006148).

Кардіоваскулярна смертність у Європі складає близько половини в загальній структурі, обумовлюючи понад 4 мільйони летальних випадків щорічно [3]. Серед причин смертності населення США смерть внаслідок серцево-судинних недуг сягає 31,9%: у співвідношенні 1:3 [4]. В Україні головною причиною смерті в 2012 році (як і в попередні роки) були хвороби системи кровообігу - 65,8% від загалу померлих [2]. Хронічна серцева недостатність (СН) – кінцева стадія більшості захворювань серцево-судинної системи та провідна причина захворюваності і смертності. Відповідно до даних Європейського кардіологічного товариства (ESC), щонайменше 15 мільйонів населення континенту страждає на СН [6].

Найбільш частою причиною, що призводить до виникнення СН, є ішемічна хвороба серця (ІХС). Відповідно до результатів проспективного обсерваційного дослідження EURObservational research programme, роль вінцевого атеросклерозу в етіології СН встановлена в 51% випадків за даними анамнезу та у 64% - за даними коронарної ангиографії (при госпіталізації з приводу гострої СН), та в 40% і 85% випадків, відповідно, в амбулаторних пацієнтів із хронічною СН [7].

Івабрадин – представник нового класу ліків, блокаторів If-каналів синусового вузла, із редуруючим впливом на ЧСС, який ухвалений для лікування СН та ІХС. Мало вивченими залишаються плейотропні ефекти препарату та його можливий вплив на процеси ремоделювання міокарда при СН.

Метою роботи була оцінка впливу івабрадину на стан кардіоміоцитів в умовах експериментальної моделі ішемічної серцевої недостатності.

Матеріал та методи дослідження. Відтворювали ішемічну модель СН на 30 статевозрілих рандомбредних щурах (*Rattus Norvegicus* L.) чоловічої статі (вагою 200-250 г, віком 6 тижнів). Протокол дослідження був підготовлений відповідно до міжнародних рекомендацій по роботі з лабораторними тваринами та наказу Міністерства освіти, молоді і спорту України № 249 від 01.03.2012 року "Про затвердження Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах" та затверджений затверджений комісією з питань етики ДВНЗ «Івано-Франківський національний медичний університет» [1, 9].

Тваринам вводили підшкірно ізопротеренол (Isoprenaline hydrochloride (Sigma-Alorich, Німеччина)) у дозі 80 мг/кг маси тіла двічі з інтервалом у 24 год. [3]. Через 14 днів після останньої ін'єкції в щурів розвивалась ішемічна СН. Тварини були розподілені на 3 групи. Щурам I групи (контроль) вводили підшкірно 0,1 мл ізотонічного розчину NaCl з інтервалом 24 год (10 тварин). У щурів II групи (10 тварин) моделювали серцеву недостатність, як описано вище. 10 тваринам III групи після введення ізопреналіну гідрохлориду протягом 30 діб вводили внутрішньошлунково івабрадин (Кораксан 7.5 мг, виробництво Лабораторії Серв'є, Франція) в дозі 10,0 мг/кг маси тіла, розчинений у 1,0 мл дистильованої води [5].

На 31 добу після наркотизації шляхом внутрішньоперитонеального введення кетаміну (80 мг/кг) щурів декапітували та проводили забір матеріалу для гістологічного і морфометричного аналізу.

Для дослідження відбирали стандартні ділянки лівого шлуночка: задню частину та верхівку. Фіксацію матеріалу проводили в 10% розчині формаліну, заливали в парафін та виготовляли парафінові зрізи товщиною 7-10 мкм, які зафарбовували гематоксилін-еозином. Морфометричне дослідження та фотодокументування проводилося із використанням аналізатора зображень, який складається з мікроскопа Axioscop (виробництво Zeiss, ФРН) та цифрової камери Tourcam UNCCD05100KPA (виробництво Hangzhou