

УДК 611.127.018.28

Л.Я. ФЕДОНЮК<sup>1</sup>, Ю.Ю. МАЛИК

*Буковинський державний медичний університет, кафедра гістології, цитології та ембріології, Чернівці; <sup>1</sup>Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського, кафедра медичної біології, Тернопіль*

### **СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ АНОМАЛЬНО РОЗТАШОВАНИХ СУХОЖИЛКОВИХ СТРУН ЛІВОГО ШЛУНОЧКА СЕРЦЯ ЛЮДИНИ**

Визначення топографії аномально розташованих сухожилкових струн лівого шлуночка стосовно до внутрішніх структур серця та вивчення їх морфологічних особливостей необхідно для прогнозування та попередження ускладнень, які виникають в осіб з аномально розташованими сухожилковими струнами. В роботі представлені результати макроскопічного, мікроскопічного, гістохімічного, імуногістохімічного та електронно-мікроскопічного методів дослідження аномально розташованих сухожилкових струн, які не кріплені до стулок мітрального клапана, а ектопічно фіксувалися до «вільних» ділянок стінки лівого шлуночка, міжшлуночкової перегородки, соскоподібних м'язів, перетинаючи порожнину шлуночка.

**Ключові слова:** лівий шлуночок, аномально розташовані струни (несправжні струни)

**Вступ.** Мінливість будови клапанного апарата серця, якісні та кількісні відхилення від стандартних параметрів часто обумовлені аномальним розвитком сполучної тканини. Протягом останніх років проблема синдрому сполучнотканинної дисплазії органів серцево-судинної системи у людей привертає увагу дослідників через високу частоту виявлення, а також через ризик виникнення ускладнень [3, 5]. Проявом дисплазії сполучної тканини (СТ) серця вважають малі аномалії серця (МАС), що характеризуються стійкими анатомічними змінами, які призводять до «слабкості» сполучнотканинного каркасу органа, але на відміну від існуючих вад серця, не призводять до видимих порушень гемодинаміки. І тому відмежування МАС від численних варіантів норми представляють значні труднощі та є актуальним питанням для їх вивчення [7]. Із широким впровадженням у практику ехокардіографії особливу увагу лікарі зосередили на аномально розташованих струнах (АРС) шлуночків серця [4, 9]. Згідно з даними літератури, основне клінічне значення АРС полягає в тому, що вони можуть бути однією з причин аритмій, етіопатогенетичним фактором ішемічного інсульту в молодих пацієнтів, а також рецидивуючої фібриляції шлуночків [1, 2, 4]. Цілеспрямований пошук і визначення локалізації АРС в лівому шлуночку (ЛШ) мають важливе значення для прогнозу та профілактики можливих ускладнень, таких як розриви сухожилкових струн, інфекційний ендокардит, тромбоемболія судин, аритмічний синдром, а визначення локалізації АРС є необхідних для диференціальної діагностики з іншими патологічними станами [6, 8].

**Мета дослідження.** Визначити особливості структурної організації аномально розташованих сухожилкових струн лівого шлуночка серця людини.

**Матеріали та методи.** Об'єктом дослідження стали 52 аномально розташовані сухожилкові струни, що виявлені в порожнинах 17 сердець ді-

тей та 23 сердець людей зрілого віку. Нами використані макроскопічний, мікроскопічний, гістохімічний, імуногістохімічний та електронно-мікроскопічний методи дослідження. Для світлової мікроскопії гістологічні препарати готували за загальноприйнятою методикою та забарвлювали гематоксилін-еозином, за методом Слінченка, Вейгерт-ван-Гізон, Хейля. Для дослідження методом електронної мікроскопії матеріал фіксували у 2,5% розчині глутаральдегіду з активною реакцією середовища рН 7,3–7,4, приготовленому на фосфатному буфері.

**Результати досліджень та їх обговорення.** АРС представляли собою тяжі, які, на відміну від типових сухожилкових струн (СС), не прикріплювалися до стулок мітрального клапана, а ектопічно фіксувалися до «вільних» ділянок стінки шлуночка, міжшлуночкової перегородки (МШП), соскоподібних м'язів (СМ), перетинаючи порожнину ЛШ.

Для визначення топографічного варіанта розташування аномальної струни порожнину ЛШ умовно поділено на базальну, серединну та верхівкову частини. Якщо точки прикріплення АРС розташовувалися у межах однієї частини – АРС ідентифікували як поперечну, якщо АРС прикріплювання у суміжних частинах – як діагональну. Якщо АРС тягнулась від верхівкової до базальної частини – її вважали поздовжньою.

Серед топографічних варіантів локалізації АРС у порожнині ЛШ діагональні та поперечні сухожилкові струни переважають над поздовжніми. Найбільша кількість АРС локалізується в серединному відділі ЛШ.

АРС локалізувались між такими внутрішньосерцевими утворами: задній СМ і стінка ЛШ; передній СМ і МШП; між СМ; стінки ЛШ і МШП; стінки ЛШ. Деколи АРС віялоподібно прикріплювались до трьох і більше утворів. Розподіл АРС по локалізації узагальнений у таблиці 1.

Локалізація і кількість аномально розташованих струн у порожнині лівого шлуночка

№ з/п	Локалізація	Кількість випадків			
		Верхівкова	Середина	Базальна	Всього
1.	Передній соскоподібний м'яз – задній соскоподібний м'яз	3	13	0	16
2.	Передній соскоподібний м'яз – міжшлуночкова перегородка	1	5	0	6
3.	Передній соскоподібний м'яз – стінка лівого шлуночка	2	4	1	7
4.	Задній соскоподібний м'яз – міжшлуночкова перегородка	1	3	0	4
5.	Задній соскоподібний м'яз – стінка лівого шлуночка	2	5	3	10
6.	Стінка лівого шлуночка – міжшлуночкова перегородка	0	1	0	1
7.	Стінка лівого шлуночка – стінка лівого шлуночка	7	1	0	8
8.	Всього	16	32	4	52

Товщина APC становила від 0,7 до 3 мм, а їх довжина варіювала від 17 мм до 38 мм.

За допомогою гістологічних методів дослідження встановлено, що 50% склали APC, які ідентифікуються як сухожилкові струни волокнисто-м'язового типу, 27% – волокнистого типу та 23% становили APC м'язового типу.

При світлооптичному дослідженні APC серця людини встановлено, що зовні поверхня сухожилкових струн вкрита одним шаром ендотеліальних клітин, що лежать на базальній мембрані.

Підендотеліальний шар, диференційований як пухкий периферійний колагеново-еластичний шар, утворений пухкою волокнистою СТ із розташованими в ній еластичними та колагеновими волокнами та клітинами фібробластичного ряду, оточені аморфною речовиною. Еластичні волокна розташовані поздовжньо серед хвилеподібних колагенових волокон. Ближче до ендотеліального шару кількість еластичних волокон є значно більшою, ніж у глибоких ділянках даного шару сухожилкової струни, де відзначається тенденція до зменшення їх кількості (рис. 1).

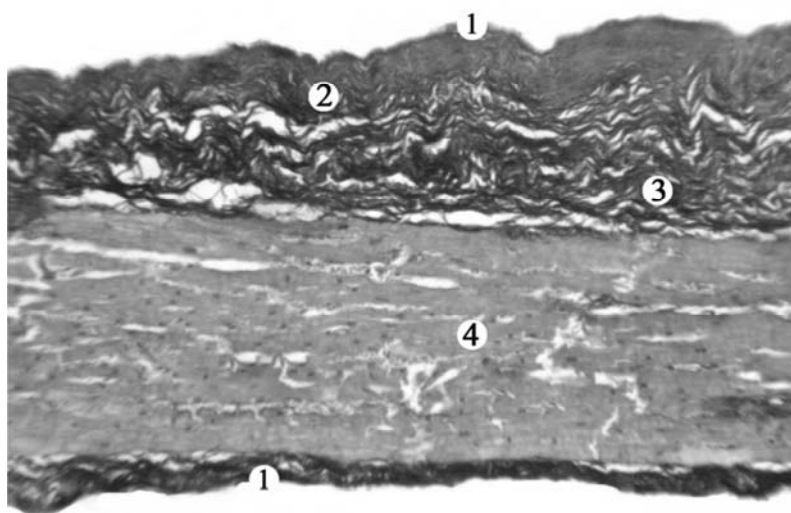


Рис. 1. Поздовжній зріз аномально розташованої сухожилкової струни. Забарвлення: за Вейгерт-ван-Гізон. Мікрофотографія. Зб.: x400:

1 – ендотелій; 2 – еластичні волокна; 3 – колагенові волокна; 4 – кардіоміоцити.

У глибоких ділянках колагеново-еластичного шару еластичні волокна локалізувалися поздовжньо, колагенові волокна утворювали пучки, хоча

траплялися поодинокі розташовані колагенові волокна, що орієнтовані у різних напрямках (рис. 2).

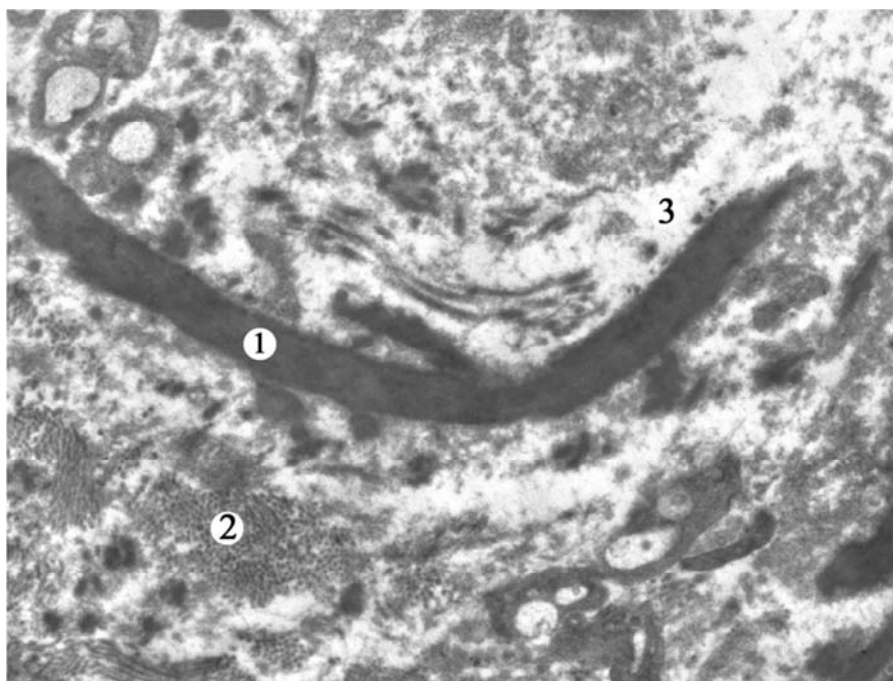


Рис. 2. Периферійний колагеново-еластичний шар аномально розташованої сухожилкової струни лівого шлуночка. Електронна мікрофотографія. Зб.: x8000:  
1 – еластичні волокна; 2 – колагенові волокна; 3 – аморфна речовина.

Особливостями будови APC волокнисто-м'язового типу є те, що стрижень даних APC утворений пучками щільно упакованих і прямолінійно орієнтованих колагенових волокон, а також кардіо-

міоцитами, які найчастіше локалізувались у вигляді острівців у місцях прикріплення до стінки ЛШ або до СМ (рис. 3), або простягалися вздовж всієї СС, поділяючи її навпіл (рис. 4).

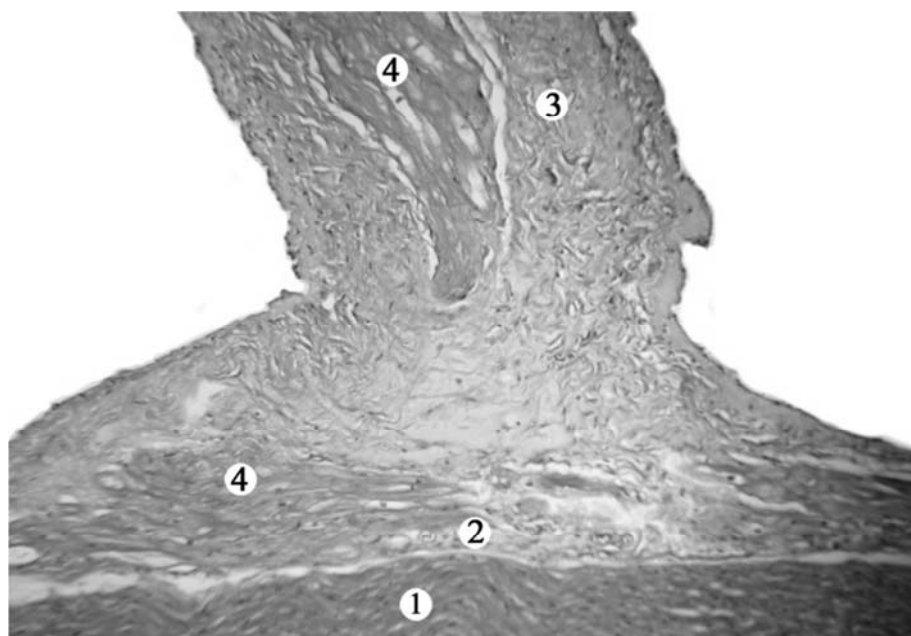


Рис. 3. Поздовжній зріз аномально розташованої сухожилкової струни в місці прикріплення до стінки лівого шлуночка. Забарвлення: гематоксилін-еозином. Мікрофотографія. Зб.: x400:  
1 – кардіоміоцити в складі стінки лівого шлуночка; 2 – місце прикріплення; 3 – аномальна розташована сухожилкова струна; 4 – кардіоміоцити в складі сухожилкової струни.

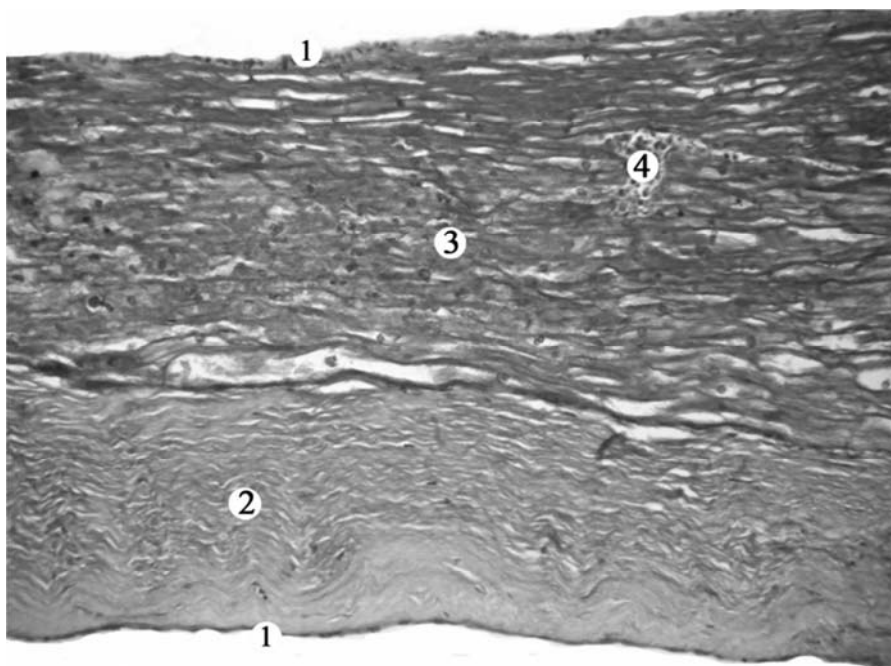


Рис. 4. Поздовжній зріз аномально розташованої сухожилкової струни волокнисто-м'язового типу.  
Забарвлення: за Слінченком. Мікрофотографія. Зб.: x400:  
1 – ендотелій; 2 – колагенові волокна; 3 – кардіоміоцити; 4 – кровоносна судина.

Гістологічна будова АРС волокнистого типу характеризується тим, що стрижень таких струн сформований товстими щільно упакованими пуч-

ками колагенових волокон, орієнтованими прямо-лінійно вздовж СС (рис. 5).

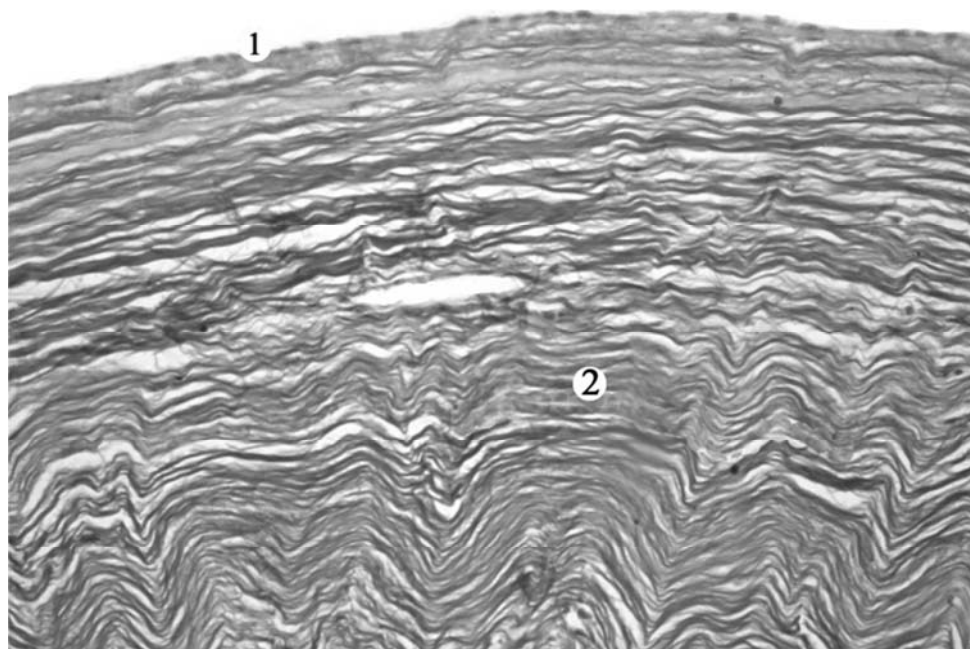


Рис. 5. Поздовжній зріз аномально розташованої сухожилкової струни волокнистого типу.  
Забарвлення: за Слінченком. Мікрофотографія. Зб.: x400:  
1 – ендотелій; 2 – колагенові волокна.

Особливістю АРС м'язового типу (рис. 6) є те, що окрім скоротливих кардіоміоцитів, які форму-

ють основу СС, наявні елементи провідної системи серця, а саме – клітини Пуркіньє.

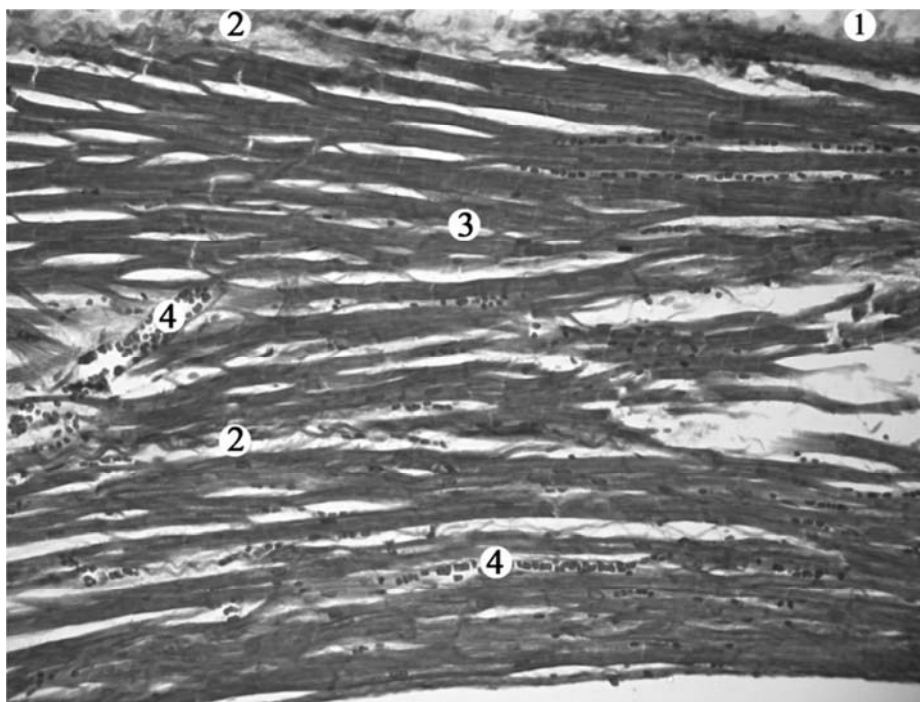


Рис. 6. Поздовжній зріз аномально розташованої сухожилкової струни м'язового типу.  
Забарвлення: за Слінченком. Мікрофотографія. Зб.: x400:  
1 – ендотелій; 2 – колагенові волокна; 3 – кардіоміоцити; 4 – кровоносна судина.

На світлооптичному рівні скоротливі кардіоміоцити мають видовжену циліндричну форму, містять центрально розташоване ядро, з'єднуються між собою за допомогою вставних дисків.

На субмікроскопічному рівні в цитоплазмі кардіоміоцитів виявлено міофібрили з чітко вираженими саркомерами та мітохондрії (рис. 7).

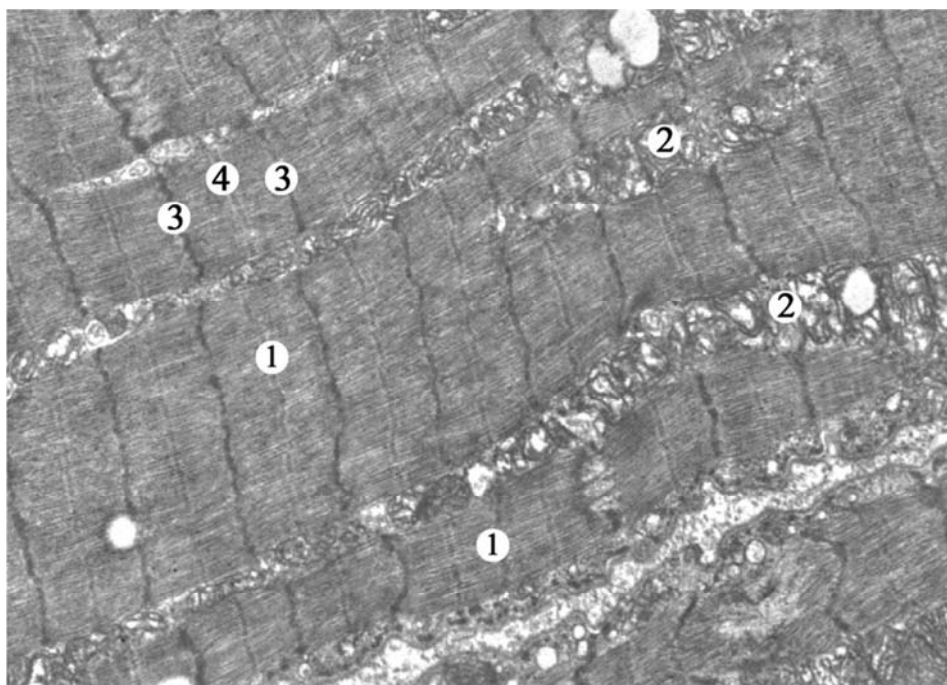


Рис. 7. Фрагмент кардіоміоцита аномально розташованої сухожилкової струни.  
Електронна мікрофотографія. Зб.: x6400:  
1 – міофібрили; 2 – мітохондрії; 3 – Z-лінії; 4 – M-лінія.

При електронно-мікроскопічному дослідженні АРС встановлено, що між кардіоміоцитами розташо-

вані кровоносні судини гемамікроциркуляторного русла, переважно капіляри соматичного типу (рис. 8).

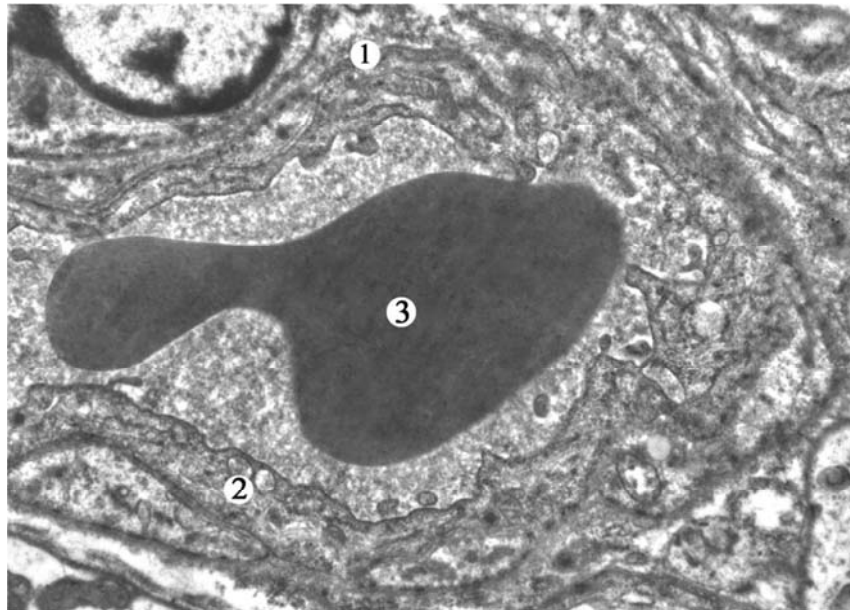


Рис. 8. Гемокапіляр соматичного типу в аномально розташованій сухожилковій струні.

Електронна мікрофотографія. Зб.: x6400:

1 – базальна мембрана; 2 – ендотеліоцит; 3 – еритроцит у просвіті капіляра.

Імуногістохімічним методом дослідження виявлено позитивну експресію маркера Anti-Human Smooth Muscle Actin в гладких м'язових клітинах

оболонки артерій та артеріол, що розташовувались серед скоротливих та провідних кардіоміоцитів (рис. 9).

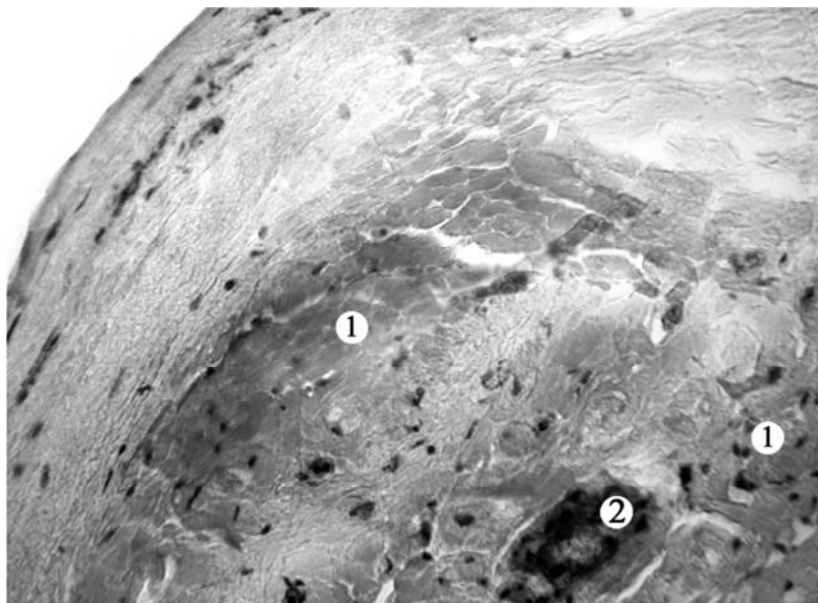


Рис. 9. Аномально розташована сухожилкова струна. Імуно-гістохімічний метод: Smooth Muscle Actin,

Clone 1A4; додаткове фарбування гематоксиліном Маєра. Мікрофотографія. Зб.: x600:

1 – кардіоміоцити; 2 – гладкі міоцити в складі стінки кровоносної судини.

Слід зазначити, що в 28% випадків травматичне пошкодження АРС, яке на світлооптичному рівні проявлялось десквамацією ендотелію, змінами колагенового стрижня у вигляді

дезорганізації колагенових волокон із розволоненням їх пучків і фрагментацією зі збільшенням частки пухкої волокнистої сполучної тканини (рис. 10).



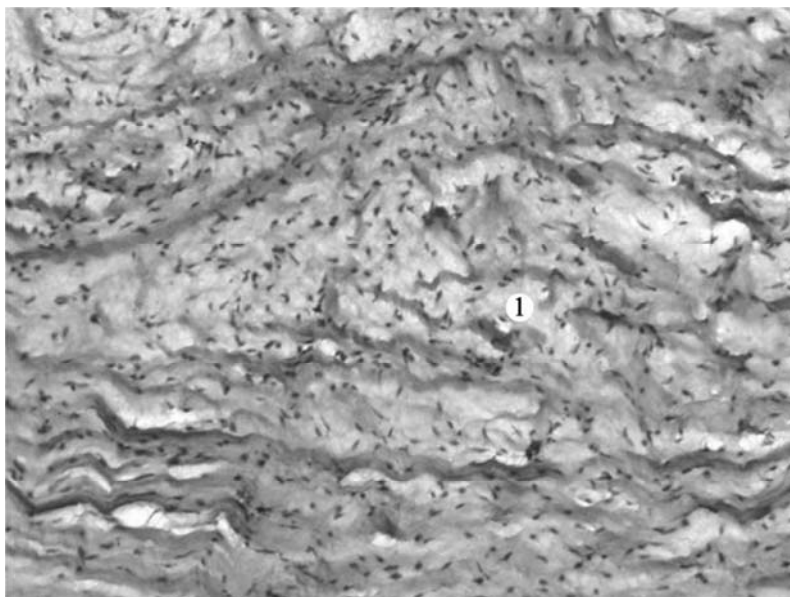


Рис. 10. Поздовжній зріз аномально розташованої сухожилкової струни.

Забарвлення: гематоксилін-еозином. Мікрофотографія. Зб.: x400:

1 – розволокнення пучків колагенових волокон.

При забарвленні колоїдним залізом за методом Хейля, окрім дезорганізованих колагенових волокон,

виявлено накопичення кислих глікозаміногліканів, особливо в місцях прикріплення АРС (рис. 11).

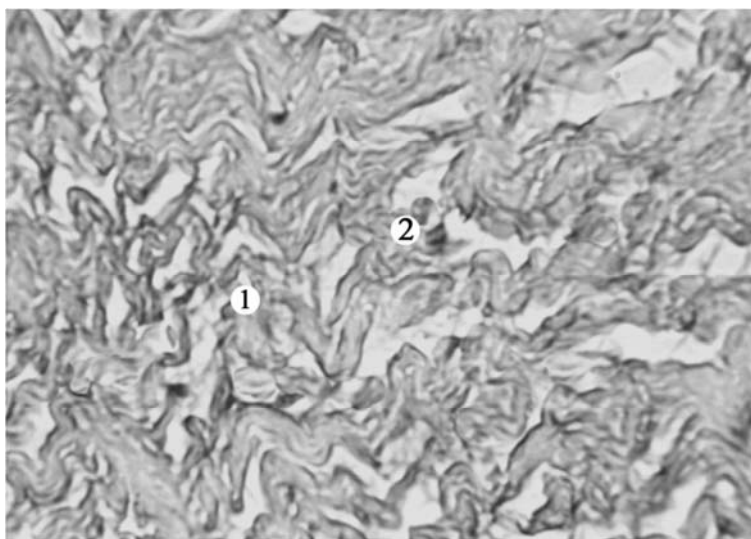


Рис. 11. Поздовжній зріз аномально розташованої сухожилкової струни. Забарвлення: за методом Хейля.

Мікрофотографія. Зб.: x600: 1 – дезорганізація та фрагментація пучків колагенових волокон; 2 – накопичення кислих глікозаміногліканів.

Такі зміни більшою мірою виявлені в АРС, які локалізувалися в базальному та базально-середньому відділах ЛШ і на шляху току крові, що можна пов'язати з гемодинамічною травмою.

**Висновки.** 1. Комплексні морфологічні дослідження дозволили виявити особливості макро-, мікро- та субмікроскопічної будови аномально розташованих сухожилкових струн лівого шлуночка серця людини.

2. Аномально розташовані сухожилкові струни, перетинаючи порожнину лівого шлуночка, не прик-

ріплюються до стулок мітрального клапана, а ектопічно фіксуються до «вільних» ділянок стінки шлуночка, міжшлуночкової перегородки та соскоподібних м'язів. Серед топографічних варіантів локалізації аномально розташованих сухожилкових струн у порожнині лівого шлуночка діагональні та поперечні струни переважають над поздовжніми. Найбільша кількість аномально розташованих струн локалізується в середньому відділі лівого шлуночка.

3. У порожнині лівого шлуночка серед аномально розташованих сухожилкових струн 50 %

становлять аномально розміщені струни волокнисто-м'язового типу, 27 % – волокнистого типу та 23 % – м'язового типу. У 28 % випадків було травматичне пошкодження аномально розташова-

них сухожилкових струн, що проявляється десквамацією ендотелію, дезорганізацією колагенових волокон із розволокненням і фрагментацією їх пучків.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абдуллаєв Р.Я. Вплив розташування аномальної хорди на характер кровотоку в виносному тракті лівого шлуночка серця / Р.Я. Абдуллаєв, С.А. Старостенко // Український радіологічний журнал. — 2006. — Т. XIV, № 2. — С. 138—141.
2. Апанасенко О.М. Порушення серцевого ритму та провідності у дітей із синдромом дисплазії сполучної тканини серця / О.М. Апанасенко // Вісник Сумського державного університету. — 2008. — Т. 2, № 2. — С. 26—35.
3. Мутафьян О.А. Пороки и малые аномалии сердца у детей и подростков / О.А. Мутафьян. — СПб.: Издательский дом СПб МАПО, 2005. — 480 с.
4. Осовська Н.Ю. Порівняльний аналіз порушень ритму, провідності серця та процесів реполяризації в пацієнтів з аномальними хордами лівого шлуночка різної локалізації / Н.Ю. Осовська // Український кардіологічний журнал. — 2008. — № 1. — С. 90—96.
5. Савво В.М. Клінічне значення додаткових хорд лівого шлуночка у дітей з недиференційованою дисплазією сполучної тканини / В.М. Савво, О.М. Апанасенко, Т.О. Філонова // Педіатрія, акушерство та гінекологія. — 2008. — № 4. — С. 86.
6. Старостенко С.А. Влияние разных морфологических вариантов аномальных хорд на ритм и проводимость в левом желудочке / С.А. Старостенко // Международный медицинский журнал. — Харьков, 2007. — Т. 13, № 2. — С. 50—53.
7. Трисветова Е.Л. Анатомия малых аномалий сердца / Е.Л. Трисветова, О.А. Юдина. — Белпринт, 2006. — 104 с.
8. False chordae tendineae in right ventricle of adult human hearts — morphological aspects / Adam Kosiński, Marek Grzybiak, Ada Dubaniewicz [et al.] // Arch Med Sci. — 2012. — Vol.5. — P. 834—840.
9. Silbiger Jeffrey J. Left ventricular false tendons: anatomic, echocardiographic and pathophysiologic insights / Jeffrey J. Silbiger // Journal of the American Society of Echocardiography. — 2013. — Vol. 26, № 6. — P. 582—588.

L.Ya. FEDONIUK<sup>1</sup>, Yu.Yu. MALYK

*Bukovynan State Medical University, Department of Histology, Cytology and Embryology, Chernivtsi;*

*<sup>1</sup>I.Ya. Horbachevsky Ternopil State Medical University, Department of Medical Biology, Ternopil*

#### STRUCTURAL ORGANIZATION OF ABNORMALLY LOCATED CHORDAE TENDINEAE OF THE HUMAN HEART LEFT VENTRICLE

Determination of abnormally located chordae tendineae of the left ventricle in relation to the internal structures of the heart and the study of their morphological features necessary to predict and prevent complications that arise in patients with abnormally located chordae tendineae. In the article present results of the macroscopic, microscopic, histochemical, imunohistochemical and electron microscopic examination of abnormally located chordae tendineae that are not attached to the mitral valve, and ectopic fixed to the free walls of ventricle, interventricular septum, papillary muscles crossing the cavity of the left ventricle.

**Key words:** left ventricle of the heart, abnormally located chordae tendineae (false chordae tendineae)

Стаття надійшла до редакції: 20.11.2014