

МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ТОПОГРАФІЯ СУХОЖИЛКОВИХ СТРУН ПЕРЕДСЕРДНО-ШЛУНОЧКОВИХ КЛАПАНІВ СЕРЦЯ ЛЮДИНИ

МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ТОПОГРАФІЯ СУХОЖИЛКОВИХ СТРУН ПЕРЕДСЕРДНО-ШЛУНОЧКОВИХ КЛАПАНІВ СЕРЦЯ ЛЮДИНИ – Формування сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця у пренатальному та постнатальному періодах онтогенезу людини забезпечує нормальні процеси гемодинаміки. Відхилення у розвитку та будові стулок, сухожилкових струн, соскоподібних м'язів, ендокарда та міокарда призводить до невідповідності елементів і незлагодженої роботи всього клапанного комплексу. Знання топографії, особливостей мікроскопічної будови сухожилкових струн, їх кровопостачання та іннервації дає можливість пояснити походження та виникнення аномально розташованих струн атріовентрикулярних клапанів серця людини.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТОПОГРАФИЯ СУХОЖИЛЬНЫХ СТРУН ПРЕДСЕРДНО-ЖЕЛУДОЧКОВЫХ КЛАПАНОВ СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА – Формирование сухожильных струн предсердно-желудочковых клапанов сердца в пренатальном и постнатальном периодах онтогенеза человека обеспечивает нормальные процессы гемодинамики. Отклонения в развитии и строении створок, сухожильных струн, сосочковидных мышц, эндокарда и миокарда приводят к несоответствию элементов и несогласованной работе всего клапанного комплекса. Знание топографии, особенностей микроскопического строения сухожильных струн, их кровоснабжения и иннервации дает возможность объяснить происхождение и возникновение аномально расположенных струн атриовентрикулярных клапанов сердца человека.

MORPHOLOGICAL PECULIARITIES AND TOPOGRAPHY OF THE TENDINOUS CHORDS OF THE HUMAN HEART'S ATRIO-VENTRICULAR VALVES – Formation of tendinous cords of the atrioventricular valves of the heart in prenatal and postnatal periods of human ontogeny provides normal hemodynamic processes. Deviations in the development and structure of cusps, tendinous cords, papillary muscles, endocardium and myocardium lead to inconsistent elements and uncoordinated work of the whole valve complex. Knowledge of topography features of the microscopic structure of tendinous cords, their blood supply and innervations, give rise to explain the origin and occurrence of abnormally located cords of the atrioventricular valves of the human heart.

Ключові слова: сухожилкові струни, мікроскопічна будова, топографія.

Ключевые слова: сухожильные струны, микроскопическое строение, топография.

Key words: tendinous chords, microscopic structure, topography.

Багато досліджень присвячено морфологічній будові клапанного апарату, тому що він є важливою складовою частиною серця, який забезпечує нормальні процеси гемодинаміки. Діяльність клапанного апарату серця залежить перш за все від взаємовідношення його структурних компонентів [7, 12, 23]. Розуміння процесів формування уроджених вад клапанів серця та діагностика аномально розташованих сухожилкових струн потребують більш повної уяви про кардіогенез. Знання джерел і механізмів утворення сухожилкових струн, як одного із елементів передсердно-шлуночкових клапанів серця [3, 13], є основою для розуміння теоретичних аспектів походження додаткових струн [7, 9, 21, 24], виявлення яких пояснює пато-

генез деяких видів порушення провідності серця, пролапса мітрального клапана та функціональних шумів у серці дітей [1, 2, 16].

Сухожилкові струни є важливою складовою частиною передсердно-шлуночкових клапанів, які забезпечують послідовне розкриття стулок, попереджають вивертання їх у порожнину передсердних камер у період систоли шлуночків [4, 19, 22].

За даними літератури, утворення сухожилкових струн відбувається внаслідок процесів делямінації стінки шлуночка на ранніх етапах ембріогенезу [13, 15, 17]. В утворенні цих структур беруть участь як залишки ендокардіальних подушок, так і міокард стінки шлуночка [8]. Вірогідно при нерівномірному рості міокарда та ендокарда, постійне “скорочення-розслаблення” ділянки міокарда шлуночка призводить до утворення первинних сухожилкових струн і первинних соскоподібних м'язів. Верхівка первинного м'яза безпосередньо переходить у стулку формуючого клапана, яка в подальшому перетворюється у сухожилкову струну за рахунок редукції кардіоміоцитів. Первинна сухожилкова струна складається з компактного міокарда та тонкого шару мезенхімних клітин [19, 20].

Згідно з джерелами літератури [5, 7], усі сухожилкові струни поділяються на ті, які зв'язані зі стулками клапанів і ті, які не зв'язані з ними. Загальна кількість струн першого виду протягом онтогенезу майже не змінюється і коливається в межах 20–26. Серед цього виду сухожилкових струн можна виділити дві групи: перша – це сухожилкові струни, що з'єднують соскоподібні м'язи та стулки передсердно-шлуночкових клапанів, і є типовими; друга – сухожилкові струни, що з'єднують стулки клапанів і трабекулярні м'язи, власне стінки серця [6, 7, 11].

На сьогодні немає однозначних даних про гістологічну будову та місце прикріплення сухожилкових струн, а також даних, що описують топографію.

За даними професора П. І. Лобка, довжина у звичайних сухожилкових струнах, які починаються від соскоподібних м'язів і кріпляться до стулок клапана, коливається від 5 до 92 мм, товщина – від 0,3 до 2,6 мм [11]. Також для струн характерним є розділення їх на окремі пучки при з'єднанні зі стулкою. Деякі струни розділяються аж до 6-го порядку. При чому з кожним поділом товщина струни зменшується [1, 18].

Більшість авторів стверджує, що кількість сухожилкових струн, які відходять від соскоподібних м'язів, може бути різною, залежно від вікових особливостей. Зокрема, професор В. О. Козлов вказував, що найменше одна струна відходить від одного соскоподібного м'яза, максимальна – одинадцять [7]. До стулок передсердно-шлуночкових клапанів може кріпитися теж різна кількість сухожилкових струн – від 19 до 46 [5, 7]. У дитячому та підлітковому віці до стулок клапанів кріпиться максимальна кількість сухожилкових струн, а найменша кількість гілок сухожилкових

струн спостерігається в похилому віці, особливо струн, що пов'язані з перегородковою стулкою тристулкового клапана [10, 11].

Поверхня сухожилкової струни вкрита ендокардом, що складається з поверхневого шару ендотеліоцитів і глибше розташованого шару еластичних волокон. Основу сухожилкової струни складають щільно упаковані, прямолінійно спрямовані пучки колагенових волокон. Вже на верхівці соскоподібного м'яза з'являються поздовжні колагенові волокна, які, не перериваючись, переходять у сухожилкову струну, а надалі формують її основу. У місці переходу міокарда верхівки соскоподібного м'яза в сполучну тканину сухожилкової струни спостерігають численні дугоподібні судини.

Вивчаючи гістологічну будову сухожилкових струн, науковці поділили їх на фіброзні та фіброзно-м'язові [12, 14]. У складі сухожилкових струн фіброзного типу не містяться судини та міокардіальні клітини. Весь обсяг струни складає щільна сполучна тканина, а саме пучки колагену, вкриті шаром ендокарда [1, 6, 10].

В струнах фіброзно-м'язового типу серед колагенових волокон зустрічаються ділянки "світлої зони", а саме клітини, що схожі на м'язові. Такі клітини в літературі класифікують як "пуркінє-подібні" і визначають як серцеві провідні м'язові клітини [7, 12]. Порівняно з кардіоміоцитами, вони ширші та коротші, розташовуються у внутрішніх шарах сухожилкової струни. Ділянки "світлої зони" зустрічаються у більшості своїй у місцях відходження сухожилкової струни від верхівки соскоподібного м'яза. У середній частині струни кількість "пуркінє-подібних клітин" значно зменшується і ділянок "світлої зони" майже не спостерігається. Наявність таких клітин у сухожилкових струнах серця людей різного віку є різною, а саме зменшення кількості клітин спостерігається з віком людини [5, 7].

Дані літератури свідчать, що у новонароджених струни видовжені, мають однаковий діаметр і складаються із практично рівної кількості сполучнотканинних і м'язових елементів [1, 6, 12]. Із віком співвідношення сухожилкових і м'язових частин змінюється у бік сухожилкової частини. У дитячому віці розташування колагенових і еластичних волокон більш пухке, розміщення фіброblastів відносно поверхні струни більш компактне, пучки гладких міоцитів об'єднані в округлі тяжі. У проміжках між гладкими міоцитами знаходиться сполучна тканина з великою кількістю волокнистих структур, клітинні елементи сполучної тканини розкидані хаотично. Зі збільшенням віку в сухожилковій струні серця людини об'ємна частка колагену I типу зростає порівняно з колагеном III типу [7].

Деякі автори при використанні імуногістохімічних методів дослідження виявляють у складі сухожилкових струн парасимпатичні волокна і ряд інших компонентів нервової тканини [7, 14].

Залежно від місця прикріплення сухожилкових струн до передсердно-шлуночкових клапанів серця розрізняють: основні сухожилкові струни, що прикріплюються до основи стулок; комісуральні, що кріпляться до комісур; сухожилкові струни "шорсткватої зони", які прикріплюються до шлуночкової по-

верхній стулок клапана та крайові, що кріпляться до вільного краю стулок передсердно-шлуночкових клапанів серця [1, 5, 11].

Згідно з іншою класифікацією [21], сухожилкові струни серця дорослої людини класифікують на крайові, тобто такі, що кріпляться до країв стулок, стулкові, місцем кріплення яких є нижня поверхня стулки клапана (звернена в порожнину шлуночка), та аномально розташовані.

Аномальні струни серця (псевдоструни, фальшиві сухожилля, додаткові хорди, аномальні нитки [5, 21]) – фібром'язові тяжі з включеннями клітин провідної системи, що перетинають порожнину шлуночка і не пов'язані з клапанним апаратом серця [1, 9, 21]. Вперше аномальні струни серця описав W. Turner в 1893 р. терміном "moderator band". У той час вони були розцінені як нормальні гілки провідної системи серця. Реальне клінічне вивчення аномально розташованих струн серця почалось лише з розвитком двомірної ЕхоКГ, що дала можливість прижиттєвої їх діагностики.

До аномально розташованих струн відносять численні сухожилкові струни шлуночків, що з'єднують між собою соскоподібні м'язи, соскоподібні м'язи і міжшлуночкову перегородку [2, 9], струни, які протягуються між соскоподібним м'язом і стінкою шлуночка, між стінками шлуночка [5, 16]. Залежно від просторового розташування у порожнині лівого шлуночка розрізняють: діагональні, поперечні, поздовжні та множинні сухожилкові струни [7]. Серед топографічних варіантів найпоширенішим є поперечне розташування струн, рідше діагональне. За гістологічною будовою виділяють три варіанти аномальних струн: фіброзні, фіброзно-м'язові та м'язові [2].

Згідно з даними окремих дослідників, поява аномально розташованих струн зумовлена порушенням кардіогенезу на ранніх стадіях ембріонального розвитку серця [8, 20]. Вони виникають із внутрішньом'язового шару при диференціації соскоподібних м'язів [3, 19]. В окремих випадках їх походження зумовлено дилатацією порожнини лівого шлуночка [7].

Аномально розташовані струни можуть виявлятися як єдина ізольована аномалія серця або ж сполучатися з іншими дисплазіями. При несприятливих умовах і певній їх локалізації можуть створюватися передумови виникнення аритмій серця [2, 9]. Короткі струни з низькою розтяжністю перешкоджають розслабленню шлуночка, що призводить до порушення біомеханіки й виникнення діастолічної дисфункції. З поперечно-базальною локалізацією та множинним варіантом аномальних струн лівого шлуночка у дітей виявляється систолічний шум, що виникає внаслідок порушення внутрішньосерцевої гемодинаміки [16, 21].

Таким чином, проведений аналіз літератури щодо морфогенезу та структурної організації сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця людини показав, що дана тема вивчена достатньо, незважаючи на існування деяких розбіжностей в оцінці отриманих результатів різними дослідниками. Ці дані можуть бути надійною базою для морфологічного вивчення різноманітних патологічних процесів, які розвиваються у структурах клапанів серця з подальшою розробкою адекватних методів профілактики та лікування серцево-судинних захворювань.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Айвазян К. А. Будова сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів звичайно сформованих сердець дітей і при тетроді Фалло / К. А. Айвазян, В. А. Васильєва, Г. С. Кірюкулов // Галицький лікарський вісник. – 2010. – Т. 17, № 2, ч.2. – С. 8–10.
2. Апанасенко О. М. Функціональний стан серця в дітей з аномально розташованими хордами лівого шлуночка / О. М. Апанасенко // Здоровье ребенка. – 2008. – № 4. – С. 16–19.
3. Горелова Н. І. Характеристика гістогенетичних процесів у серці людини ранніх етапах кардіогенезу / Н. І. Горелова // Морфологія. – 2007. – Т. 1, № 1. – С. 59–62.
4. Зозуля Е. С. Особливості строєння передсердно-желудочкових клапанів серця в онтогенезі людини / Е. С. Зозуля // Український морфологічний альманах. – 2006. – Т. 4, № 4. – С. 30–32.
5. Клінічна анатомія сухожилкових струн серця / В. Козлов, В. Шаторна, В. Дзяк [та ін.] // Вісник морфології. – Вінниця, 2004. – №1. – С. 80–83.
6. Козлов В. Особливості строєння клапанного апарату серця / В. Козлов, В. Шаторна, Е. Зозуля, А. Козловська // Вісник морфології. – 2003. – Т.9, № 2. – С. 163–165.
7. Козлов В. О. Сухожилкові струни серця : навчально-методичний посібник / В. О. Козлов, В. Г. Дзяк. – Дніпропетровськ : Ліра, 2006. – 128 с.
8. Козлов В. О. Формування сухожилкових струн серця людини на ранніх етапах кардіогенезу / В. О. Козлов, В. Ф. Шаторна, О. О. Шевченко // Вісник морфології. – 2004. – Т. 10, № 2. – С. 282–284.
9. Колиушко Г. І. Клиническое значение аномальных хорд левого желудочка / Г. И. Колиушко, Е. Г. Колиушко // Укр. терапевт. журн. – 2002. – № 1. – С. 75–78.
10. Костиленко Ю. П. Трабекулярные образования и сухожильные хорды левого желудочка сердца человека / Ю. П. Костиленко, А. П. Степанчук // Вісник морфології. – 2010. – № 16(1). – С. 66–70.
11. Лобко П. И. Вариантная анатомия рельефа внутренней поверхности желудочков сердца человека / П. И. Лобко, А. Р. Ромбальская // Клінічна анатомія та оперативна хірургія. – 2005. – Т. 4, № 5. – С. 61–64.
12. Лобко П. И. Микроскопическая анатомия мясистых трабекул, сосочковых мышц и сухожильных хорд желудочков сердца человека / П. И. Лобко, А. Р. Ромбальская // Клінічна анатомія та оперативна хірургія. – 2010. – Т. 9, № 1. – С. 60–63.
13. Морфогенетические особенности развития сердца в эмбриогенезе / Л. В. Абдул-Оглы, А. А. Инджикулян, А. К. Каграманян [и др.] : материалы III Всеукраинской научной морфологической конференции “Карповские чтения”. – Днепропетровск, 2006. – С. 86.
14. Назарова Д. И. Гистологические особенности строения папиллярно-трабекулярного аппарата сердца в филогенезе / Д. И. Назарова // Вісник проблем біології і медицини. – 2008. – № 3. – С. 135–138.
15. Островский И. М. Морфогенез сердца у зародышей человека / И. М. Островский, Г. П. Дорохович // Морфология. – 2007. – Т. 131, № 3. – С. 84.
16. Осовська Н. Ю. Зв'язок аномальних хорд лівого шлуночка із шлуночковими аритміями / Н. Ю. Осовська // Український медичний часопис. – 2006. – № 5. – С. 81–84.
17. Патюченко О. Ю. Морфологическая характеристика процессов раннего кардиомиогенеза в сердце зародыша человека О. Ю. Патюченко, П. А. Холопи // Морфология. – 2007. – Т. 131, № 3. – С. 85.
18. Ромбальская А. Р. Особенности отхождения сухожильных нитей от сосочковых мышц в желудочках сердца человека / А. Р. Ромбальская // Актуальные вопросы форфологии: [сборник трудов Международной практической конференции; под ред. проф. Е. С. Околоулака]. – Гродно : ГрГМУ, 2008. – С. 99–100.
19. Ромбальская А. Р. Формирование и строение внутрижелудочковых образований сердца человека во внутриутробном периоде развития / А. Р. Ромбальская // Оригинальные исследования. – 2010. – Т. 137, № 1. – С. 21–27.
20. Савенкова О. О. Особливості будови внутрішнього рельєфу серця людини в пренатальному онтогенезі / О. О. Савенкова, С. В. Козлов, А. А. Инджикулян // Морфология. – 2008. – Т. III, № 4. – С. 44–47.
21. 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.
22. Шаторна В. Ф. Формирование передсердно-желудочковых клапанов сердца в кардиогенезе / В. Ф. Шаторна, С. Б. Карамар // Актуальные проблемы медицины : сборник научных трудов под редакцией проф. Н. Г. Дубовской. – Днепропетровск, 2002. – С. 22–23.
23. Anderson R. H. Anatomy of the human atrioventricular junctions revisited / R. H. Anderson, S. Y. Ho, A. E. Becker // Anatomical Record. – 2000. – Vol. 260. – P. 81–91.
24. Development of the atrioventricular valves: clinicomorphological correlations / M. Kanani, A. F. Moorman, A. C. Cook [et al.] // Ann. Thorac. Surg. – 2005. – Vol. 79, № 5. – P. 1797–1804.

Отримано 16.04.12