

УДК 611.126.018:577.3]:616-073.55
DOI:10.24061/2413-0737/XXI.2.82.2.2017.66

Т.О. Семенюк

МОРФОЛОГІЧНІ ОЗНАКИ КЛАПАНІВ СЕРЦЯ ЛЮДИНИ ЗРІЛОГО ВІКУ В НОРМІ В КОНТЕКСТІ ЛАЗЕРНОЇ ПОЛЯРИМЕТРІЇ

Вищий державний навчальний заклад України «Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці

Резюме. Стаття присвячена дослідженню клапанів серця людини, з метою вивчення їх будови та особливостей кровопостачання, а також виявлення оптичних характеристик, що можуть бути отримані з використанням методу лазерної поляриметрії. У результаті дослідження встановлено, що стулки/заслінки клапанів серця людини в постнатальному онтогенезі набувають чіткої тришарової будови. В їх складі ідентифікуються три шари: губчастий, волокнистий та шлуночковий, до складу яких входять волокнисті сполучні тканини. Та-

кож у складі клапанів серця виявлені кровоносні судини макро- та мікроциркуляторного русла. Результати, що отримані з використанням лазерної поляриметрії, підтверджують наявність трьох шарів. У найщільніших шарах стулок/заслінок клапанів виявлені колагенові та еластичні волокна з їх перевагою у відповідному шарі.

Ключові слова: клапани серця людини, кровопостачання, оптична характеристика.

Вступ. Ріст серцево-судинних захворювань [1] збільшує потреби сучасної медицини щодо детального розуміння структурно-функціональних перетворень тканинних і клітинних компонентів, які відбуваються з віком у серці людини та його клапанах [2, 4], внаслідок чого можуть виникати набуті вади серця [7], які складають групу більш тяжких та розповсюджених захворювань серцево-судинної системи, лікування яких потребує повноцінної кардіохірургічної допомоги. Опису клапанного апарату серця (КАС) присвячено багато фундаментальних наукових робіт [3, 5, 9, 10, 12], але мають місце суперечливі думки щодо наявності кровоносних судин у клапанах серця (КС), їх походження та морфологічних особливостей будови [6, 8]. З оптичної точки зору будову органа або тканини в його складі в нормі [11] можна довести у вигляді сукупності щільно розташованих, однаково орієнтованих оптично активних структур – міозинових та актинових мікрофіламентів, колагенових та еластичних волокон, що утворюють орієнтовану одноосову кристалооптичну структуру, здатну змінювати параметри поляризації первинно плоскополяризованого лазерного пучка. Комплексна методика використання лазерної поляриметрії дозволить отримати нові об'єктивні дані, які можуть інтерпретувати норму або вказувати на серцеву патологію, пов'язану з клапанним апаратом серця. Вивчення КАС людини є актуальним у зв'язку зі зростанням потреб практичної медицини сьогодення.

Мета дослідження. З'ясувати будову та особливості кровопостачання, а також отримати оптичні характеристики стулок/заслінок КС людини за умов норми.

Матеріал і методи. Дослідження проведено на 48 КС людей зрілого віку. Використані світлооптичний, гістохімічний методи дослідження, а також метод лазерної поляриметрії. Для гістохімічного методу дослідження використані забарвлення препаратів за Ван-Гізон-Вейгертом та Сліпченком. При використанні методу лазерної поля-

риметрії аналітичний опис процесів світлорозсіювання сполучних тканин стулок/заслінок клапанів здійснювався на основі застосування матриці Мюллера. Перетворення стану поляризації в розсіючому середовищі описувався на основі застосування вектора Стокса.

Результати дослідження та їх обговорення. При дослідженні стулок передсердно-шлуночкових клапанів (ПШК) і заслінок клапанів аорти (КА) та легеневого стовбура (КЛС) із використанням світлооптичного та гістохімічного методів дослідження виявлено, що вони побудовані різними видами волокнистої сполучної тканини, поперечно-посмуговою серцевою м'язовою тканиною, у складі якої ідентифікували кровоносні судини.

При світловій мікроскопії у стулках мітрального та тристулкового КС людини зрілого віку в напрямку від передсердної до шлуночкової поверхні виявлено: губчастий, волокнистий та шлуночковий шари (рис. 1).

У складі губчастого шару виявили пухку сполучну тканину, що утворена еластичними та колагеновими волокнами із переважанням перших, аморфною речовиною та клітинами фібробластичного ряду. Волокнистий шар побудований щільною оформленою сполучною тканиною, в якій паралельно спрямовані та щільно упаковані колагенові волокна формують пучки. Шлуночковий шар утворений щільною неформленою сполучною тканиною, в якій домінували різноспрямовані пучки колагенових волокон, між якими траплялися також еластичні волокна.

У заслінках КА та КЛС у напрямку від стінки великої судини шари заслінки впорядковані наступним чином: волокнистий, губчастий, шлуночковий (рис. 2). Дані шари мають морфологічну подібність до шарів стулок ПШК серця.

В основі стулок/заслінок клапанів виявлені острівці поперечно-посмугової серцевої м'язової тканини. У всіх випадках, коли на гістологічних препаратах траплялись острівці кардіоміоцитів, вони супроводжувалися судинами мікроцир-



Рис. 1. Поперечний зріз стулки мітрального клапана. Забарвлення гематоксиліном та еозином. Мікрофотографія. Зб. $\times 100$: 1 – шар ендотеліоцитів; 2 – губчастий шар; 3 – волокнистий шар; 4 – шлуночковий шар

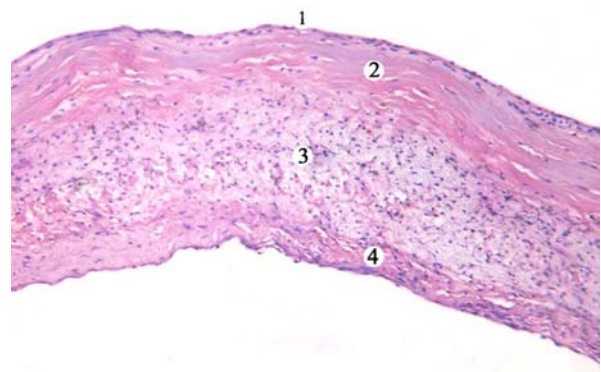


Рис. 2. Поперечний зріз заслінки клапана аорти. Забарвлення гематоксиліном та еозином. Мікрофотографія. Зб. $\times 100$: 1 – шар ендотеліоцитів; 2 – волокнистий шар; 3 – губчастий шар, 4 – шлуночковий шар

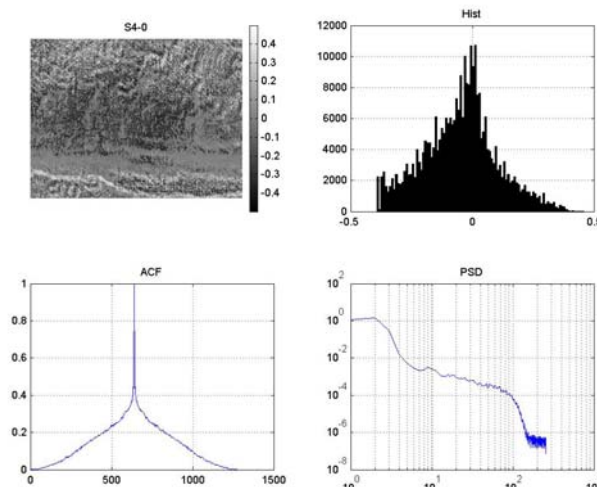


Рис. 3. Поляризаційні мапи вектор-параметра Стокса S4 для мітрального клапана

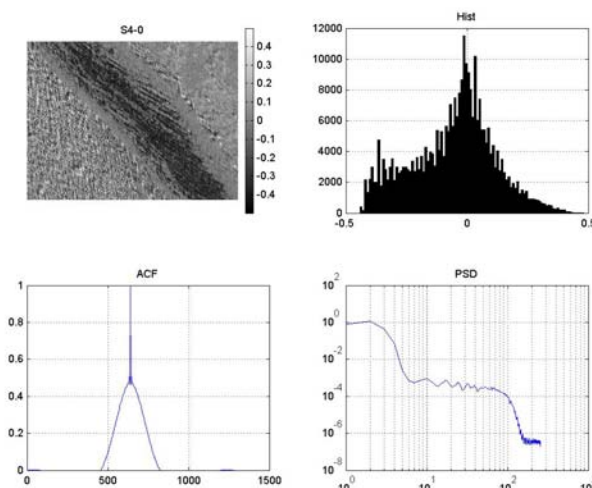


Рис. 4. Поляризаційні мапи вектор-параметра Стокса S4 для клапана аорти

куляторного русла: артеріолами, венулами та капілярами. Гемокапіляри соматичного типу спостерігались у стулках клапанів також без супроводження кардіоміоцитами, у складі волокнистої сполучної тканини. Майже у всіх випадках кровоносні судини виявлялись в основі стулок ПШК серця. Вони локалізувались у інтерстиційній тка-

нині між волокнистим кільцем і місцем прикріплення стулки. Саме тут виявлялися судини магістрального типу: артерії м'язового типу та вени безм'язового типу.

Обрані для дослідження з використанням методу лазерної поляриметрії типи об'єктів об'єднують наявність оптично анізотропної складової (колаге-

нові та еластичні волокна) з показниками двопронезаломлення $\Delta n \approx 1.5 \times 10^{-1}$ і $\Delta n \approx 1.5 \times 10^{-3}$, яка візуалізується в перехрещених поляризаторі й аналізаторі. Із поляризаційних мап видно, що топографічно стулки/заслінки утворені “квазі-впорядкованими пучками” двопронезаломлюючих пучків колагенових волокон волокнистого шару. Тканина ендотелію практично не візуалізується в ортогональних станах поляризатор-аналізатор внаслідок відсутності анізотропії епітелію. Встановлено наявність анізотропного колагену неупорядкованого характеру з наявністю невеликої концентрації еластину в шлуночковому шарі.

З метою пошуку можливостей поляризаційної селекції оптико-геометричної будови архітекtonіки тканин нами проведені порівняльні дослідження статистичної та кореляційної структури зображень вектора Стокса. Вказана задача полягала в поляризаційному виділенні анізотропних еластичних волокон на фоні розупорядкованих колагенових сіток шлуночкового шару. Структура поляризаційно-неоднорідних зображень вектора Стокса зазначених об'єктів проілюстрована рисунками – (рис. 3, 4).

Аналіз отриманих результатів розупорядкованої архітекtonіки шлуночкового шару показав, що вибір станів поляризації в опромінюючому пучку лазерного поляриметра суттєво впливає на контраст виділення еластичних волокон. Архітекtonічна сітка колагенових волокон на поляризаційних мапах у цілому має однакові поляризаційні прояви у візуалізованому зображенні для усіх вибраних типів – статистичний розподіл наближається до нормального. Поляризаційне управління станами поляризації в одержаних мапах при зондуєчому азимуті поляризації 45° на наступний розрахунок вектора Стокса може бути важливим прийомом поляризаційного контрастування дрібномасштабної хаотичної сітки еластину з незначною концентрацією на фоні поляризаційно відфільтрованих колагенових фібрил. Певні ділянки поляризаційних зображень кількісно опрацьовувалися за гістограмною оцінкою, яка є різною для різних зразків, та за кореляційною функцією із наявними дрібними флуктуаціями, яка характеризує повторюваність дрібномасштабної структури еластину. При цьому була виявлена можливість поляризаційного виділення значної анізотропії еластички в губчастому шарі стулок мітрального та тристулкового клапанів.

Висновки

За допомогою комплексного застосування гістологічних методів та методу лазерної поляриметрії встановлено, що в постнатальному періоді онтогенезу людини в клапанах серця виявлена чітка пошарова будова. Клапани серця людини кровопостачаються кровоносними судинами макро- та мікроциркуляторного русла, що розташо-

вуються в основі стулок/заслінок клапанів серця. Наявність оптично анізотропної складової з показниками двопронезаломлення вказує на відсутність анізотропії ендотелію, анізотропність колагену неупорядкованого характеру в шлуночковому шарі, упорядковану ієрархічну анізотропію архітекtonіки колагенових волокон у волокнистому шарі, значну анізотропію еластину в шлуночковому та губчастому шарах стулок/заслінок клапанів серця.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження спрямовані на виявлення кровоносних судин у сухожилкових струнах ПШК серця людей зрілого віку.

Література

1. Дудник С. Серцево-судинні захворювання в Україні: прогнози – невтішні / С. Дудник // Ваше здоров'я. – 2015. – № 1-2 (1285-1286). – С. 18-19.
2. Зозуля Е.С. Особенности строения предсердно-желудочковых клапанов сердца в онтогенезе человека / Е.С. Зозуля // Укр. морфол. альманах. – 2006. – Т. 4, № 4. – С. 30-32.
3. Искусственные клапаны сердца под редакцией академика РАМН Ю.Л. Шевченко / [П.И. Орловский, В.В. Гриценко, А.Д. Юхнев и др.]; под ред. академика РАМН Ю.Л. Шевченко. – СПб.: ЗАО “ОЛМА Медиа Групп”, 2007. – 448 с.
4. Козловская А.А. Морфометрические особенности строения клапанов аорты и легочного ствола у людей второго периода зрелого возраста / А.А. Козловская // Вісн. пробл. біол. і мед. – 2006. – №3. – С. 102-107.
5. Кульчицкий К.И. Клапаны сердца / Кульчицкий К.И., Соколов В.В., Марущенко Г.Н. – К.: Здоровья, 1990. – 184 с.
6. Соколов В.В. Сравнительная морфология клапанов сердца / В.В. Соколов – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского гос. мед. ун-та, 2003. – 250 с.
7. Степанчук А.П. Морфологичні зміни клапанного апарату серця людини при набутих вадах / А.П. Степанчук // Вісн. морфол. – 2008. – № 14 (1). – С. 247-249.
8. 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.
9. Anatomy and function of normal aortic valvular complex [Електронний ресурс] / I. Tilea, H. Suciuc, B. Tilea [et al.] // Режим доступу до журн.: <http://dx.doi.org/10.5772/53403>.
10. McCarthy K.P. Anatomy of the mitral valve: understanding the mitral valve complex in mitral regurgitation / K.P. McCarthy, L. Ring, B.S. Rana // European Journal of Echocardiography. – 2010. – № 11. – P. i3-i9.
11. Macro- and microscopic spectral-polarization characteristics of the structure of normal and abnormally located chordae tendinae of left ventricular / Yu.Yu. Malyk, O.G. Prydij, D.A. Zymnyakov [et al.] // Proceeding of SPIE. – 2013. – Vol. 9066. – P. 90661Q-1-90661Q-9.
12. Misfeld Martin. Heart valve macro- and microstructure / Martin Misfeld, Hans-Hinrich Sievers // Phil. Trans. R. Soc. B. – 2007. – № 362. – P. 1421-1436.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ КЛАПАНОВ СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА ЗРЕЛОГО ПЕРИОДА В НОРМЕ В КОНТЕКСТЕ ЛАЗЕРНОЙ ПОЛЯРИМЕТРИИ*Т.А. Семенюк*

Резюме. Статья посвящена исследованию клапанов сердца человека, с целью изучения их строения и особенностей кровоснабжения, а также определение оптических характеристик, которые могут быть получены при использовании метода лазерной поляриметрии. В результате исследования установлено, что створки/заслонки клапанов сердца человека в постнатальном онтогенезе приобретают четкого трехслойного строения. В них выявляются три слоя: губчатый, волокнистый и желудочковый, которые состоят из волокнистых соединительных тканей. Также в составе клапанов сердца выявлены кровеносные сосуды макро- и микроциркуляторного русла. Результаты, полученные с использованием лазерной поляриметрии подтверждают присутствие трех слоев. В более плотных слоях створок/заслонок клапанов выявлены коллагеновые и эластические волокна с их доминированием в соответствующем слое.

Ключевые слова: клапаны сердца, кровоснабжение, оптическая характеристика.

MORPHOLOGICAL SIGNS OF THE HEART VALVES OF MATURE HUMANS IN NORM IN THE CONTEXT OF THE LASER POLARIMETRY*T.A. Semeniuk*

Abstract. The article deals with a study of the human heart valves to establish their structure and features of the blood supply and to detect the optic characteristics which may be received using the method of laser polarimetry. As a result of our study it has been found that the leaflets of human heart valves during the postnatal ontogenesis obtain the distinct three-layered structure. There are three layers within them: spongy, fibrous and ventricular ones. These layers are made of fibrous connective tissues. The blood vessels of macro- and microcirculatory beds were detected within the heart valves. The results which were obtained by laser polarimetry investigation confirm the three-layered structure of the heart valves. The collagen and elastic fibers were detected within the more dense layers of leaflets with their predomination in the corresponding layer.

Key words: heart valve, blood supply, optic characteristic.

Higher State Educational Institution of Ukraine «Bukovinian State Medical University» (Chernivtsi)

Рецензент – проф. В.В. Кривецький

Buk. Med. Herald. – 2017. – Vol. 21, № 2 (82), part 2. – P. 88-91

Надійшла до редакції 05.04.2017 року