

УДК 611.12-019:616.89-008.441.14-099]:616-076.4
DOI: 10.24061/1727-0847.16.1.2017.6

В.Ю. Покотило, Л.Р. Матешук-Вацеба, І.І. Шніцар*, С.В. Козлов, П.Б. Покотило**
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького; *Лабораторія Д. Врани, Інститут Люненфельда-Танненбаума, Маунт Сінай Госпіталь, м. Торонто, Канада;
**“Дніпропетровська медична академія МОЗ України”, м. Дніпро

СКАНУЮЧА ЕЛЕКТРОННА МІКРОСКОПІЯ СЕРЦЯ БІЛИХ ЩУРІВ

Резюме. За допомогою методики скануючої електронної мікроскопії встановлено морфологічні особливості внутрішньої поверхні камер серця білих щурів за умов фізіологічної норми. Як матеріал для скануючої мікроскопії використали стінки правого і лівого передсердь та шлуночків з боку камер серця. Приготування препаратів здійснювали за загальновідомою методикою. Препарати вивчали і фотографували під мікроскопом FEI XL-30 SEM. Дослідження зразків проводилося у лабораторії Д. Врани, Інститут Люненфельда-Танненбаума та центрі Advanced Bioimaging Centre Маунт Сінай Госпіталі, Торонто. Встановлено, що внутрішня поверхня камер серця щура відрізняється за своїми морфологічними характеристиками залежно від їх приналежності до передсердь або шлуночків. При дослідженні внутрішньої поверхні передсердь відмічено, що на поверхні ендотеліальних клітин наявні численні ниткоподібні утворення, так звані мікроворсинки. Також у просвіт камери серця виступають ламелоподібні утворення. Тому внутрішня поверхня передсердь має більш виражену рельєфність. У порожнинах правого та лівого шлуночків серця внутрішній рельєф сформований за рахунок численних м'язових трабекул та сухожилкових струн. Їх поверхня має вигляд “гофри” за рахунок складок, гребенеподібних випинів, сферичних утворень та заглибин. Отримані дані можуть слугувати морфологічним підґрунтям для проведення експериментальних досліджень з метою розробки методів профілактики та лікування уражень серця.

Ключові слова: ендокард, скануюча електронна мікроскопія, щур.

Ураження серцево-судинної системи є однією з визначальних проблем сучасної медицини та спостерігається майже у 17-20% населення [1]. Значна поширеність захворювань серця та судин, що спостерігається впродовж останніх десятиліть, зумовлює необхідність дослідження міокарда та його гемомікроциркуляторного русла. Дослідження серця за допомогою новітніх методик, зокрема скануючої електронної мікроскопії [2-5], надасть змогу більш детально дослідити структуру серця як життєво важливого органа.

Робота виконана відповідно до плану наукових досліджень Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького і є частиною планової науково-дослідної роботи кафедри нормальної анатомії “Функціональна анатомія ряду органів та архітектоніка їх судинного русла у пре- і постнатальному періодах онтогенезу при експериментальних порушеннях гемомікроциркуляції, реконструктивних операціях та цукровому діабеті” (номер державної реєстрації 0195U006511).

Мета дослідження: з'ясувати особливості структурної організації та функціональної активності серця щурів на сканограмах.

Матеріал і методи. Матеріалом дослідження були статево зрілі щурі-самці масою 100-160 г в кількості 10 тварин. Усі тварини містились в умовах віварію на звичайному харчовому раціоні. Робота проводилась відповідно до “Правил проведення робіт з використанням експериментальних тварин” (1977 р.), Конвенцією Ради Європи “Про охорону хребетних тварин, що використовуються в експериментах та інших наукових цілях” (1986р.), Директиви ЄС 3609 (1986р.) та наказу МОЗ України № 281 від 01.11.2000 р. “Про міри по подальшому вдосконаленню організаційних норм роботи з використанням експериментальних тварин”, “Загальними етичними правилами експериментів на тваринах”, ухваленими I Національним конгресом з біоетики від 20 вересня 2001 року, м. Київ. Під час виконання роботи проводилися заходи з дотримання принципів етики для проведення біомедичних досліджень.

Забір матеріалу для скануючої мікроскопії здійснювали після евтаназії щурів шляхом внутрішньоочеревинного введення тіопенталу натрію з розрахунку 25 мг на 1кг маси тіла. Як матеріал для скануючої мікроскопії використали стінки

правого і лівого передсердь та шлуночків з боку камер серця. Перед фіксацією матеріал промивали у теплому фізіологічному розчині. Фіксацію матеріалу здійснювали у 2% глютаровому альдегіді у 0.1M кокодилаті натрію, рН 7.3 (час фіксування: 2-3 год при кімнатній температурі), промивали: у 0.1M кокодилаті натрію, рН 7.3 (10-15 хв), далі проводили через батарею із зростаючою концентрацією спиртів: 70% етанол – 20 хв, 100% етанол – 3 рази по 20 хв. До мікроскопії зразки зберігалися у 100% етанолі.

Приготування препаратів здійснювали за загальновідомою методикою. Препарати вивчали і фотографували під мікроскопом FEI XL-30 SEM. Дослідження зразків проводилося у лабораторії Д. Врани, Інститут Люненфельда-Танненбаума та центрі Advanced Bioimaging Centre Маунт Сінай Госпіталі, Торонто, за рахунок її повного фінансового та матеріально-технічного забезпечення.

Результати дослідження та їх обговорення.

При скануючій електронній мікроскопії встановлено, що внутрішня поверхня камер серця шура відрізнялася за своїми морфологічними характеристиками залежно від їх приналежності до передсердь або шлуночків.

У правому передсерді в ділянці пазухи порожнистих вен внутрішня поверхня мала гладкий вигляд на відміну від правої та краніальної ділянки, де розташовані м'язові волокна – гребенясті м'язи. На поверхні ендотеліальних клітин виявлені численні ниткоподібні утворення – короткі та довгі, які вільно виступали у просвіт порожнини, так звані мікрворсинки, що з'єднували між собою поверхні навколишніх ендотеліоцитів. Окремими нечисленними структурами, які також виступали у просвіт камери серця, були ламелоподібні утворення, що на сканограмах мали вигляд "зірочок" (рис. 1).

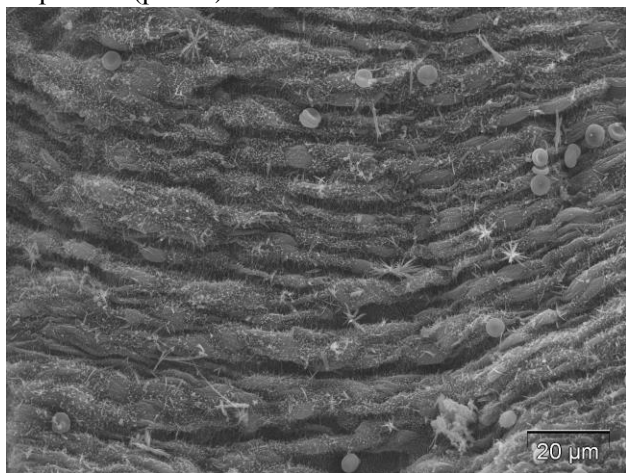


Рис. 1. Сканограма внутрішньої поверхні лівого передсердя шура

Внутрішня поверхня лівого передсердя мала більш виражену рельєфність. У порожнинах правого та лівого шлуночків серця внутрішній рельєф переважно сформований за рахунок численних м'язових трабекул та сухожилкових струн (рис. 2). У шлуночках поверхня мала переважно вигляд "гофри" за рахунок складок, гребенеподібних випинів, сферичних утворень та заглибин.

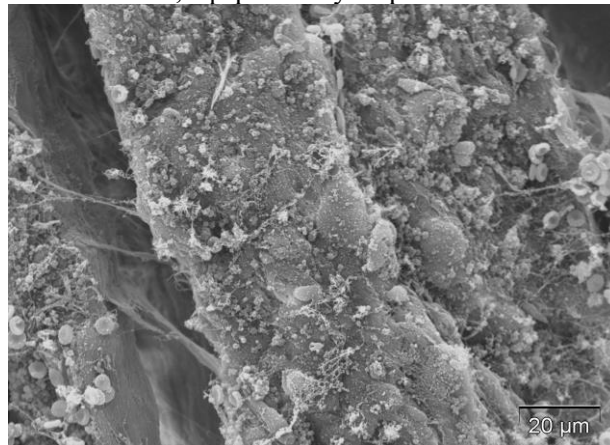


Рис. 2. Сканограма внутрішньої поверхні лівого шлуночка шура

Неперервна внутрішня оболонка серця (ендокард), покривала всі структури, які виступали у просвіток шлуночків та передсердь, а саме: клапани, сухожилкові нитки та сосочкові м'язи.

Внутрішній шар ендокарда сформований ендотелієм, який складався з неперервного аркуша ендотеліальних клітин. Окремі клітини ідентифікували за рахунок овоїдних, шароподібних та веретеноподібних випинів у порожнину, які відповідали ядрам та відмежовані одна від одної міжклітинними борознами. Інтимальна поверхня цих клітин відносно гладка, але інколи траплялися поперечно розташовані гребені та вирости, складки з численними пухирцями (рис. 3).

Середній шар ендокарда представлений переважно щільними волоконними елементами

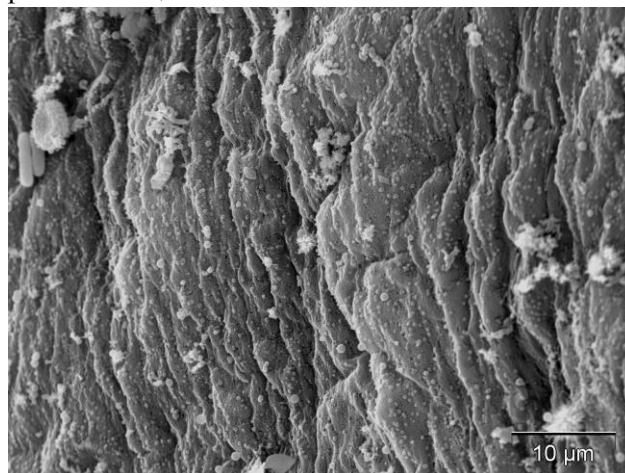


Рис. 3. Сканограма внутрішньої поверхні лівого шлуночка

сполучної тканини – колагеновими та еластичними волокнами, які розташовані здебільшого паралельно до поверхні (рис. 4).

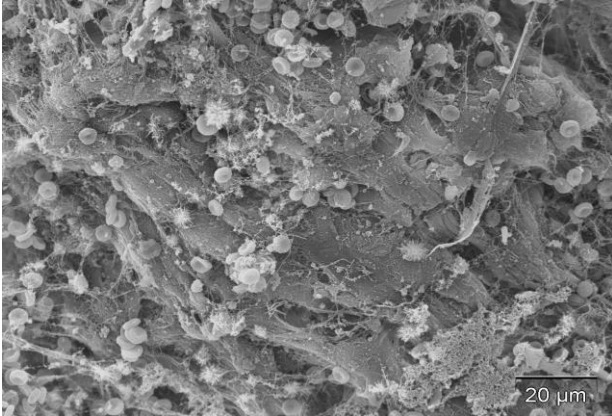


Рис. 4. Сканограма внутрішньої поверхні лівого шлуночка

Внутрішній (глибокий) шар ендокарда містить значно у меншому обсязі елементи сполучної тканини, жирові клітини, кровеносні судини, нервові елементи, волокна провідної системи серця.

Висновок. Проведені дослідження показали, що внутрішня поверхня камер серця щура має різні морфологічні характеристики залежно від їх приналежності до передсердь або шлуночків. При дослідженні внутрішньої поверхні передсердь відмічено, що на поверхні ендотеліальних клітин виявлені численні ниткоподібні утворення, так звані мікрворсинки. Також у просвіт камери серця виступали ламелоподібні утворення. Тому внутрішня поверхня передсердь має більш виражену рельєфність. У порожнинах правого та лівого шлуночків серця внутрішній рельєф сформований за рахунок численних м'язових трабекул та сухожилкових струн. Їх поверхня має вигляд "гофри" за рахунок складок, гребенеподібних випинів, сферичних утворень та заглибин.

Перспективи подальших досліджень. Отримані дані можуть слугувати морфологічним підґрунтям для проведення експериментальних досліджень з метою розробки методів профілактики та лікування уражень серця.

Список використаної літератури

1. Горбась І.М. Ішемічна хвороба серця: епідеміологія та статистика / І.М. Горбась // *Здоров'я України*. – 2009. – № 3/1. – С. 34-35.
2. Andries L.J. Endocardial endothelium in the rat: functional organization and permeability / L.J. Andries, D.L. Brutsaert // *Cell. Tissue Res.* – 1994. – Vol. 277(3). – P. 391-400.
3. Brutsaert D.L. The endocardial endothelium / D.L. Brutsaert, L.J. Andries // *Am. J. Physiol.* – 1992. – Vol. 263(4 Pt 2). – P. 985-1002.
4. Harris I.S. Development of the endocardium / I.S. Harris, B.L. Black // *Pediatr. Cardiol.* – 2010. – Vol. 31(3). – P. 391-399.
5. Endocardial endothelial cells stimulate proliferation and collagen synthesis of cardiac fibroblasts / L. Kuruvilla, R.R. Nair, P.R. Umashankar [et al.] // *Cell. Biochem. Biophys.* – 2007. – Vol. 47(1). – P. 65-72.

СКАНИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ СЕРДЦА БЕЛЫХ КРЫС

Резюме. С помощью методики сканирующей электронной микроскопии установлено морфологические особенности внутренней поверхности камер сердца белых крыс в условиях физиологической нормы. В качестве материала для сканирующей микроскопии использовали стенки правого и левого предсердий и желудочков со стороны камер сердца. Приготовление препаратов осуществляли по общепринятой методике. Препараты изучали и фотографировали под микроскопом FEI XL-30 SEM. Исследование образцов проводилось в лаборатории Д. Врани, Институт Люненфельд-Танненбаума и центре Advanced Bioimaging Centre Маунт Синай Госпиталь, Торонто. Установлено, что внутренняя поверхность камер сердца крысы отличается по своим морфологическим характеристикам в зависимости от их принадлежности к предсердиям или желудочкам. При исследовании внутренней поверхности предсердий отмечено, что на поверхности эндотелиальных клеток

имеются многочисленные нитевидные образования, так называемые микрворсинки. Также в просвет камеры сердца выступают ламеловидные образования. Поэтому внутренняя поверхность предсердий имеет более выраженную рельефность. В полостях правого и левого желудочков сердца внутренний рельеф сформирован за счет многочисленных мышечных трабекул и сухожильных струн. Их поверхность имеет вид «гофры» за счет складок, гребнеобразных выпячиваний, сферических образований и углублений. Данные экспериментальные исследования могут служить морфологическим основанием для проведения экспериментальных исследований с целью разработки методов профилактики и лечения заболеваний сердца.

Ключевые слова: эндокард, сканирующая электронная микроскопия, крыса.

SCANNING ELECTRON MICROSCOPY OF ALBINO RATS' HEART

Abstract. The morphological features of the inner surface of albino rats' heart chambers were determined using scanning electron microscopy under conditions of physiological norm. The walls of the left and right ventricles and atria were used as samples for the study. The samples were prepared following the standard procedure. After that, the samples were studied and photographed by FEI XL-30 SEM microscope. The study was provided with Dr. Jeff Wrana laboratory, Lunenfeld-Tanenbaum Research Institute Mount Sinai Hospital and Advanced Biomeging Center, Toronto. The inner surface of the heart chambers of rats was found to differ by its morphological characteristics depending on their origin – atria or ventricles. Examination of the atrium's inner

surface determined that on the surface of the endothelial cells there are numerous filamentary formations, so-called microvilli. In addition, the atrium's inner surface has a well-expressed relief because of numerous lamellas directed into the chamber. The inner surface of the right and left ventricles is made up by numerous muscular trabeculae and tendinous chords. Their surfaces are corrugated because a lot of folds, pectiniform evaginations, spherical structures and depressions. These experimental data can be used as a morphological base for the experimental research with a purpose to develop new methods of prevention and treatment of heart diseases.

Key words: endocardium, scanning electron microscopy, rat.

Danylo Halytsky Lviv National Medical University (Lviv);
J. Wrana Laboratory, Lunnefeld-Tannenbaum Research Institute, Mount Sinai Hospital, (Toronto, Canada);
“Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine” (Dnipro)

Надійшла 26.12.2016 р.
Рецензент – проф. Хмара Т.В. (Чернівці)