

ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЇ ПАРЕНХІМИ І ГЕМОМІКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА ЯЄЧКА ЩУРІВ В НОРМІ ТА ПІСЛЯ ЙОГО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПРОКОЛЮВАННЯ

А. М. Спаська

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
кафедра анатомії і фізіології людини та тварин, *a_spasskaya@mail.ru*

Експериментальні дослідження не виявили достовірних змін в гемомікросудинах і звивистих сім'яних трубочках, а також в інтерстиції та клітинах Лейдига яєчка щура, порівняно із контрольною групою тварин, через 1, 7, 30 і 90 діб після його проколювання, яке здійснювали під загальним ефірним наркозом. Виявлені коливання даних морфометричних досліджень не можуть свідчити про порушення сперматогенезу.

Ключові слова: яєчко, сперматогенез, експеримент, проколювання.

Spaska A. M. Peculiarities of morphology of the parenchime and hemomicrocirculatory bed of the rat testis in norm and after it's experimental puncture. Experimental investigation had not defined reliable changes in blood microvessels and convoluted seminiferous tubules, also in interstitium and Leydig cells of the rat testis, comparing to the control group of animals after 1, 7, 30 and 90 days after its puncture, executed under general anesthesia. Defined variations of results of morphometrical investigations do not show spermatogenesis disorders.

Key words: testis, spermatogenesis, experiment, puncture.

Вступ

У літературі поруч із відомостями про стан мікросудин яєчка лабораторних тварин в умовах ішемії, гіпоксії, травми, температурного фактору, експериментальних хірургічних втручань тощо, нами не знайдено конкретної інформації про результати досліджень їх стану в умовах експериментального проколювання, яке може здійснюватись при різного роду ін'єкціях і супроводжується травмуванням білкової оболонки яєчка.

В літературі також зустрічаються відомості про роль капсули яєчка і власної оболонки сім'яних трубочок у сперматогенезі та їх чутливість до травмування і особливо - порушення їх цілості. Зокрема відомо [3], що капсула яєчка, яка одягає зовні масу сім'яних каналців, складається із трьох шарів: піхвової оболонки, білкової оболонки та судинної оболонки і виконує не лише функцію їх механічного захисту, але завдяки здатності до ритмічних скорочень, впливає на розмір сім'яника і транспорт сперматозоїдів. Вона виконує функцію напівпроникної мембрани і від її цілості залежить міцність гемато-тестикулярного бар'єра. Це підтверджують [1, 17], які розрізняють в білковій оболонці три сполучнотканинні шари. Детальні дослідження показали, що білкова оболонка має 2 типи клітин: 1) фібробластоподібні клітини, які містять білки актин і віментин; 2) міоїдні клітини, які містять актин, віментин і десмін.

Heun R., Muglia U., et al., (1996) вважають, що колагенові компоненти формують особливу і складну опорну систему паренхіми яєчка, разом з цим, утворюючи тонку морфофункціональну субкомпаратменталізацію. Опорну систему формують: білкова оболонка, до складу якої входить фіброзна сполучна тканина, довільно розкидані пучки колагенових волокон інтерстицію, які окреслюють місця зайняті сім'яними трубочками, клітинами Лейдига і кровоносними судинами, та базальна мембрана сім'яних трубочок, що складається з шарів колагенових волокон. Ці дані підтверджують і доповнюють дослідження [13], які вважають міофібробласти і ретикулярні клітини головним компонентом строми яєчка, оскільки білкова оболонка яєчка, внутрішній шар сім'яних трубочок в основному складаються з міофібробластів, а ретикулярні клітини формують ретикулярну сітку навколо сім'яних трубочок та клітин Лейдига і зовнішній шар сім'яних трубочок.

Матеріали і методи

Дослідження проведено на 20-ти статевозрілих білих щурах-самцях. Тварин було розділено на 2 групи. Яєчка тварин першої (контрольної) групи використано для вивчення норми. У тварин другої групи проколювали ліве яєчко стерильною інсуліновою голкою. Маніпуляції проводили під загальним ефірним наркозом. У кожній групі тканини яєчок вивчали через 1, 7, 30 і 90 діб.

Утримання і маніпуляції з тваринами здійснювали у відповідності до положень міжнародних вимог щодо поводження з експериментальними тваринами. Тварин дослідної і контрольної груп утримували в ідентичних умовах. Проколювання яєчка проводили, намагаючись уникнути пошкодження кровоносних судин. Евтаназію тварин здійснювали шляхом передозуванням ефіру для наркозу і забирали сім'яники, відповідно до термінів проведення дослідю.

У ході проведення досліджень застосовано наступні методи:

- ін'єкція судин гемомікροциркуляторного русла;
- гістологічні дослідження елементів паренхіми яєчка та їх морфометричний аналіз;

- статистичний аналіз.

Для наповнення судин мікроциркуляторного русла яєчка використовували завязь паризької синьої, яку вводили через черевну частину аорти. Судини мікроциркуляторного русла в зрізах вивчали під бінокулярним світловим мікроскопом при різних збільшеннях.

Для гістологічних досліджень із кожного забраного яєчка і над'яєчка відбирали по 2 шматочки тканин вільного краю, розміром 1 см, які протягом 2 тижнів фіксували в розчині Буена і обробляли за загальногістологічною методикою. Зрізи з парафінових блоків, товщиною 5 – 7 мкм, забарвлювали гематоксилін-еозином та реактивом Шифф-Йодна кислота з дозбарвленням гематоксиліном Ерліха і заключали в полістирол. Підрахунки і вимірювання проводили за допомогою світлового мікроскопа при збільшенні Х400 або Х900. Вимірювання проводили з допомогою гвинтового окуляр-мікрометра.

У ході дослідження визначали: товщину гемомікросудин різних порядків; діаметр звивистих сім'яних трубочок яєчка та їх кількість на 1 cm^2 ; товщину власної оболонки звивистих сім'яних трубочок яєчка; ступінь пошкодження клітин сперматогенного епітелію в звивистих сім'яних трубочках яєчка; число клітин сперматогенного епітелію, які зустрічаються на VII стадії циклу сперматогенного епітелію: сперматогоній, сперматоцитів, сперматид; об'єм ядер клітин Лейдіга [2, 4, 5, 9, 10, 12, 14].

Результати досліджень та їх обговорення

Яєчко шура зовні вкрите білковою оболонкою, його часточкова будова виражена слабо через незначну кількість сполучнотканинних елементів. До складу часточки входять кілька звивистих сім'яних трубочок, які на поперечному перерізі мають округлу форму і тісно прилягають одна до одної. За нашими даними, діаметр звивистих сім'яних трубочок яєчка шура становить $198,35 \pm 5,06$ мкм (табл. 1). Зовні вони оточені власною оболонкою, яка представлена чотирма шарами, два з яких – неклітинної і два – клітинної будови. Її внутрішній клітинний шар утворений видовженими клітинами міоїдної природи, а зовнішній – фібробластоподібними клітинами. Всередині трубочок до базальної мембрани прилягає сперматогенний епітелій, представлений кількома шарами клітин (рис. 1). В базальній частині епітелію, знаходяться клітини Сертолі і сперматогонії - клітини великих розмірів з округлим ядром, яке містить значну кількість хроматину. Це підтверджують дані Chiariani-Garcia H., Russel L.D., (2002); Guo G.Q., Zheng G.C., (2004).

Ближче до просвіту знаходяться сперматоцити - клітини відносно менших розмірів, з ядрами правильної округлої форми, інтенсивно забарвленими, з вузькою смужкою цитоплазми навколо них. В апікальній частині цитоплазми клітин Сертолі виявляються сперматиди. Просвіт частини звивистих сім'яних трубочок заповнений великою кількістю вже сформованих сперматозоїдів. Дослідження частоти етапів циклу сперматогенного епітелію Hess R.A., Schaeffer D.I., (1990) показали, що найчастіше (у 20,9 % випадків) зустрічається стадія VII, а найрідше (у 2,3 % випадків) – стадія III.

За нашими даними, клітини Сертолі розміщені на базальній мембрані сім'яних трубочок, а апікальна частина цитоплазми спрямована в їх просвіт. Для них характерне ядро великих розмірів, неправильної форми, з глибокими інвагінаціями, розміщене переважно в базальній частині клітини. Хроматин в ядрі розподілений дифузно. Цитолема клітин Сертолі утворює інвагінації, в яких дозрівають клітини сперматогенного епітелію. Нами виявлено, що в нормі лише 92,1 % звивистих сім'яних трубочок мають звичну будову, а в 7,9 % - спостерігається легкий ступінь пошкодження клітин сперматогенного епітелію (табл. 1). В нормі, на VII стадії циклу, на 100 клітин Сертолі припадає $9,22 \pm 0,58$ сперматогоній типу А, $233,46 \pm 2,61$ сперматоцитів на стадії прелептотени та $295,99 \pm 4,55$ сперматоцитів на стадії пахітени, $920,74 \pm 20,67$ сперматид 7-го етапу розвитку (табл. 2).

Між звивистими сім'яними трубочками розміщена інтерстиційна сполучна тканина. Серед її елементів спостерігаються групи клітин Лейдіга, які оточують кровоносні капіляри. Це клітини із гомогенною цитоплазмою і світлим ядром неправильної форми, об'ємом $85,20 \pm 2,62$ мкм³, розміщеним ексцентрично (табл. 1).

В нормі, в інтерстиції яєчка шура виявлено велику кількість клітин імунної системи. Це зокрема, свідчить, що клітини сперматогенезу є імунологічно ізольованими [15]. Niemi M., Sharpe R.M., Brown W.R. (1986) ідентифіковані у інтерстиції макрофаги були розташовані переважно поряд з клітинами Лейдіга, і склали приблизно 25 % всіх виявлених клітин. Відомо, що їх кількість зростає при патологічних станах.

Наші дослідження показали, що гемомікроциркуляторне русло яєчка шура складається із артеріол, прекапілярів, капілярів, посткапілярів, превенул та венул. Артеріоли проходять між сім'яними трубочками в поздовжньому напрямі і поділяються на прекапіляри, діаметром 17 – 27 мкм, які розміщуються переважно у поперечному напрямку відносно сім'яних трубочок і безпосередньо дають початок капілярам. Одна артеріола може жити кілька трубочок одночасно, при чому капілярні сітки сусідніх трубочок широко анастомозують між собою.

Нами виявлено, що за характером розміщення капіляри виразно поділяються на поздовжні і поперечні. Поздовжні капіляри, діаметром 10 – 17 мкм, проходять вздовж сім'яних трубочок і являються безпосереднім продовженням прекапілярів. Поперечні капіляри, діаметром 7 – 12 мкм, відходять від прекапілярів і поздовжніх капілярів, переважно під прямим кутом. Поздовжні і поперечні капіляри тісніше прилягають до стінок трубочок, тоді як артеріоли і прекапіляри знаходяться в міжтрубочкових проміжках. Таким чином, судини мікроциркуляторного русла на стінках сім'яних трубочок утворюють щільну сітку із петлями чотирикутної форми і навколо трубочок розміщуються у вигляді сітки з петлями 5 – 6-гональної форми (рис. 2). В їх

утворенні беруть участь поздовжні і поперечні мікросудини, котрі анастомозують між собою. Поздовжні капіляри тісніше контактують з групами клітин Лейдіга, тоді як поперечні капіляри безпосередньо прилягають до сім'яних трубочок. Направляючись по периметру трубочки, артеріальні капіляри переходять у венозні, діаметром 13 – 22 мкм, серед яких також диференціюються поздовжні і поперечні. Вони, в свою чергу, переходять у превенули (діаметром 22 – 36 мкм) та венули (діаметром 34 – 45 мкм), що проходять паралельно до сім'яних трубочок. Венули об'єднуються у дрібні звивисті вени (діаметром 40 – 100 мкм), одні з яких розташовані в паренхімі яєчка, інші - знаходяться безпосередньо під білковою оболонкою.



Рисунок 1. Звивисті сім'яні трубочки яєчка щура в нормі. 1 – клітини сперматогенного епітелію всіх стадій розвитку. Зб.: X200



Рисунок 2. Гемомікроциркуляторне русло яєчка щура в нормі. Зб.: X80.

Наші дані співзвучні із результатами досліджень Murakami T., Uno Y., et al., (1989); Takayama H., Tomiyoshi T., (1981), які стверджують, що гемомікроциркуляторне русло яєчка щура складається з гекса- або пентагональних капілярних сіток, які оточують сім'яні трубочки. Вони починаються із артеріол, що входять у інтерстицій і дають початок інтратубулярним і перитубулярним капілярам. Інтратубулярні капіляри пронизують інтерстицій, а перитубулярні – обплутують поверхню сім'яних трубочок. Перитубулярні і інтратубулярні капіляри анастомозують і об'єднуються у венули, які відходять у інтерстицій. Клітини Лейдіга розміщуються поруч з інтратубулярними капілярами. Деякі з них є досить товстими і прямо переходять у вени (артеріоло-венулярні капілярні канали), які вливаються у лозоподібне сплетення. Це дає можливість зробити висновок, що тестостерон виділяється безпосередньо в інтратубулярні капіляри і переноситься переважно артеріоло-венулярними капілярними каналами і венулами у лозоподібне сплетення.

За нашими даними, через 1 добу після проколювання лівого яєчка щура помітних змін у стані гемомікросудин і паренхіми яєчка, порівняно із контрольною групою, не виявлено. Діаметр звивистих сім'яних трубочок становить $197,90 \pm 3,26$ мкм, на поперечному перерізі вони зберігають округлу форму. У 10,6 % з них виявляється легкий ступінь пошкодження клітин сперматогенного епітелію (табл. 1). У сім'яних трубочках на 100 клітин Сертолі налічується $9,49 \pm 0,32$ сперматогоній типу А, $234,67 \pm 2,85$ сперматоцитів на стадії прелептотени, $298,35 \pm 2,10$ сперматоцитів на стадії пахітени та $919,14 \pm 11,42$ сперматид 7 етапу розвитку (табл. 2). В просвітах трубочок присутні сперматозоїди. Об'єм ядер клітин Лейдіга становить $84,79 \pm 2,16$ мкм³. В просвітах трубочок присутні сперматозоїди.

На 7-му добу досліду в місці проколу в паренхімі яєчка виявлене незначне розширення просвіту капілярів. Спостерігається незначний набряк інтерстицію, який однак не спричиняє деформації власної оболонки сім'яних трубочок. Діаметр звивистих сім'яних трубочок становить $191,35 \pm 3,57$ мкм. У 12,5 % трубочок виявляється легкий і у 4 % - важкий ступінь пошкодження клітин сперматогенного епітелію, який проявляється вакуолізацією цитоплазми і гіперхроматозом ядер сперматоцитів та сперматид, та частковим зміщенням клітин в просвіт трубочки. При підрахунку їх кількості на VII стадії циклу сперматогенного епітелію визначено $8,74 \pm 0,72$ сперматогоній типу А, $231,14 \pm 1,26$ сперматоцитів на стадії прелептотени, $291,52 \pm 3,93$ сперматоцитів на стадії пахітени і $900,22 \pm 18,09$ сперматид 7 етапу розвитку (табл. 2). В клітинах Лейдіга об'єм ядер становить $88,24 \pm 1,61$ мкм³, виявляється незначний цитоплазматичний набряк (табл. 1).

Через 30 діб після проколювання яєчка щура, в ньому має місце вогнищева деформація сітки мікросудин. Значних змін в паренхімі яєчка не виявлено. Діаметр звивистих сім'яних трубочок округлої форми становить $194,76 \pm 5,31$ мкм. 91,7 % з них зберігають нормальну будову, у 8,3 % трубочок виявляється легкий ступінь пошкодження клітин сперматогенного епітелію (табл. 1). В трубочках визначається $7,98 \pm 0,94$ сперматогоній типу А, $230,25 \pm 3,68$ сперматоцитів на стадії прелептотени, $293,43 \pm 4,05$ сперматоцитів на

стадії пахітени, $896,56 \pm 9,54$ сперматид 7 етапу розвитку (табл. 2). Об'єм ядер клітин Лейдіга становить $86,65 \pm 0,96$ мкм³.

Таблиця 1. Діаметр звивистих сім'яних трубочок, ступінь пошкодження клітин сперматогенного епітелію і об'єм ядер клітин Лейдіга у яечку шурів після експериментального проколювання ($M \pm m$); ($n = 5$)

Тривалість досліджу	Об'єкти вивчення					Діаметр сім'яних трубочок (мкм)	Об'єм ядер клітин Лейдіга (мкм ³)
	Ступінь пошкодження звивистих сім'яних трубочок (%)						
	нормальна будова	легкий	важкий	спустошеня			
1 доба	89,4	10,6	--	--	$197,90 \pm 3,26$	$84,79 \pm 2,16$	
7 діб	84,5	11,5	4,0	--	$191,35 \pm 3,57$	$88,24 \pm 1,61$	
30 діб	91,7	8,3	--	--	$194,76 \pm 5,31$	$86,65 \pm 0,96$	
90 діб	88,2	9,4	2,4	--	$192,44 \pm 4,32$	$81,92 \pm 1,49$	
контроль група	92,1	7,9	--	--	$198,35 \pm 5,06$	$85,20 \pm 2,62$	

Таблиця 2. Кількість клітин сперматогенного епітелію на VII стадії циклу у звивистих сім'яних трубочках яечка шурів після експериментального проколювання ($M \pm m$); ($n = 5$)

Тривалість досліджу	Вид клітин			
	сперматогонії типу А*	сперматоцити на стадії прелептотени*	сперматоцити на стадії пахітени*	сперматиди 7 етапу розвитку*
1 доба	$9,49 \pm 0,32$	$234,67 \pm 2,85$	$298,35 \pm 2,10$	$919,14 \pm 11,42$
7 діб	$8,74 \pm 0,72$	$231,14 \pm 1,26$	$291,52 \pm 3,93$	$900,22 \pm 18,09$
30 діб	$7,98 \pm 0,94$	$230,25 \pm 3,68$	$293,43 \pm 4,05$	$896,56 \pm 9,54$
90 діб	$8,30 \pm 0,57$	$228,09 \pm 3,39$	$300,25 \pm 1,12$	$909,93 \pm 12,18$
контрольна група	$9,22 \pm 0,58$	$233,46 \pm 2,61$	$295,99 \pm 4,55$	$920,74 \pm 20,67$

Примітка. * - у перерахунку на 100 клітин Сертолі

Через 90 діб після початку досліджу виразних відмінностей в стані гемомікроциркуляторного русла та паренхіми яечка шура від контрольної групи не виявлено. Діаметр звивистих сім'яних трубочок становить $192,44 \pm 4,32$ мкм. 88,2 % з них мають нормальну будову, у 9,4 % виявлено легкий ступінь пошкодження клітин сперматогенного епітелію і 2,4 % - спустошені (табл. 1). У сперматогенному епітелії присутні клітини всіх стадій розвитку. На 100 клітин Сертолі налічується $8,30 \pm 0,57$ сперматогоній типу А, $228,09 \pm 3,39$ сперматоцитів на стадії прелептотени, $300,25 \pm 1,12$ сперматоцитів на стадії пахітени, і $909,93 \pm 12,18$ сперматид 7 етапу розвитку (табл. 2). В просвітах сім'яних трубочок присутні сперматозоїди. Клітини Лейдіга в нормальному стані, об'єм їх ядер становить $81,92 \pm 1,49$ мкм³.

Отже, за результатами наших досліджень, статистично достовірних відмінностей даних морфометричних досліджень на жодному з термінів досліджу виявлено не було.

Досліджуючи електричну активність білкової оболонки яечка Shafik A., El Sibai O., Shafik A. A. (2005) дійшли висновку, що її скоротлива діяльність сприяє просуванню продуктів секреції яечка у над'ячко і сім'яносну протоку, а також мікроциркуляції в яечку.

Дослідження окремих авторів свідчать про значний руйнівний вплив грубих втручань із порушенням цілості білкової оболонки. Зокрема, досліджуючи вплив капсулотомії білкової оболонки на транспорт сперми і фертильність [16] виявили, що при розтині білкової оболонки яечка шурів вона втрачала скоротливість, у сім'яних трубочках виявлялись застійні явища і порушення сперматогенезу, які через 2 місяці викликали пригнічення, а в деяких випадках - втрату фертильності. Також виявлялась гіпертрофія клітин Лейдіга. За даними Wiebe J. P., Kowalik A., et al. (2000), інтратестикулярна ін'єкція гліцеролу спричиняє тривалу редукцію сперматогенезу із зростанням проникності гемато-тестикулярного бар'єру, тому, що гліцерол руйнує організацію білків і філаментів у цитоскелеті клітин Сертолі.

Наші дані частково підтверджують попередні дослідження Altay B., Hekimgil M., et al., (2000) порівняли гістопатологічні зміни яечка після відкритої біопсії і біопсії голкою. Після відкритої – часто виникав орхіт. Після біопсії голкою в окремих випадках могли виникати обструктивні явища, тубулїт, які зникали, в середньому, через 60 днів. Також, за даними Handa U, Bhutani A, et al., (2006), навіть декілька окремих проколів яечка не викликають місцевого рубцювання і порушення функції яечка.

Висновки

Нами експериментально встановлено, що проколвання яєчка стерильною інсуліновою голкою не викликає достовірних змін в його мікросудинах і звивистих сім'яних трубочках, а також інтерстиції та клітинах Лейдіга, порівняно із контрольною групою тварин, незалежно від тривалості досліджу. А виявлені коливання даних морфометричних досліджень не можуть свідчити про порушення сперматогенезу.

Література

1. Квятковська Т.О., Квятковський Є.А., Короленко Г.С. Морфофункціональний стан парієтальної пластинки піхвової оболонки яєчка при гідроцеле // Урологія. - 2003. - № 2. - С. 40 - 45.
2. Паращин В.М. Состояние гемато-тестикулярного барьера и развивающихся половых клеток в условиях кратковременной ишемии семенников // Архив анатомии. - 1984. - № 1. - С. 100 - 105.39.
3. Райцина С.С. Сперматогенез и структурные основы его регуляции.- М.: Наука, 1985.- 178 с.
4. Ухов Ю.И., Астраханцев А.Ф. Морфометрические методы в оценке функционального состояния семенников // Архив анатомии. - 1983. - № 84. - С. 66 - 72.
5. Шилкина Л.А. Количественный морфологических изменений, развивающихся в семенниках млекопитающих при остром перегревании организма: Автореф. дисс... канд. мед. наук: Смоленск, 1978. - 14 с.
6. Altay B., Hekimgil M., Kefi A., Girgin C., Cikili N. A comparison of the histopathological findings after open and percutaneous needle biopsy in adult male rats // BJU Int. - 2000. - №86 (9). - P. 1084 - 1087.
7. Chiarini-Garcia H., Russell L. D. Characterization of mouse spermatogonia by transmission electron microscopy // Reproduction. -2002. -№123(4). - P. 567-577.
8. Guo G.Q., Zheng G.C. Hypotheses for the functions of intercellular bridges in male germ cell development and its cellular mechanism // J. Theor. Biol. - 2004. - №229(1). - P. 139-146
9. Haider S.D. Cell biology of Leydig cells in the testis // Int. Rev. Cytol. – 2004. - №233. – P. 181 – 241.
10. Hess R.A., Schaeffer D.J., Eroshenko V.P., Keen J.E. Frequency of the stages in the cycle of the seminiferous epithelium in rats // Biol. Reprod. - 1990. - №43(3). - P. 17-524. 207.
11. Heyn R., Muglia U., Vizza E., Motta P.M. The collagen skeleton of the cat testis // Ital. J. Anat. Embryol. - 1996. - № 39 (2). - P. 133-140.
12. Johnson L., Staub C., Neaves W.B., Yanagimachi R. Live human cells in the context of their spermatogenic stages // Hum. Reprod. - 2001. - №16(8). - P. 1575-1582.
13. Kuroda N., Nakayama H., Miyzaki E., Hayashi Y., Toi M., Hiroi M., Eznan H. Distribution and role of CD34-positive stromal cells and myofibroblasts in human normal testicular stroma // Histol. Histopathol. - 2004. - №19(3). –P. 743-751.
14. Latendresse J.R., Warbritton A.R., Jonassen H., Creasy D.M. Fixation of testes and eyes using a modified Davidson's fluid // Toxicol. Pathol. - 2002. - №30(4). - P. 524-533.
15. Schuppe H.C., Meinhardt A. Chronic orchitis: a neglected cause of male infertility? // Andrologia. – 2008. - № 40(2). – P. 84-91.
16. Qin D.N., Lung M.A. Studies on relationship between testicular capsule and sperm transport in rat testis // Asian. J. Androl. - 2000. - № 2 (3). - P. 191-198.141.
17. Yan H.H., Cheng C.Y. Blood-testis barrier dynamics are regulated by an engagement/disengagement mechanism between tight and adherens junctions via peripheral adaptors //Proc.Natl.Acad.Sci. USA. - 2005. -№102 (33). - P. 11722-11727.

Стаття поступила до редакції 06.07.2008 р.; прийнята до друку 12.08.2008 р.

Спаська А. М. – кандидат біологічних наук, асистент кафедри анатомії і фізіології людини та тварин Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензент: доктор медичних наук, професор кафедри анатомії та фізіології людини та тварин Грицуляк Б. В.