

УДК 616.614-089.877:77.026.34:612.76-092.9

**Механічні властивості і особливості будови новоутвореної фіброзної
капсули нирки після декапсуляції**

О.В. Люлько¹, Є.А. Квятковський², Т.О. Квятковська³

¹Дніпропетровська державна медична академія
кафедра урології

(зав. – чл.-кор. АМН України, д-р мед. наук, проф. О.В. Люлько)

²Міська клінічна лікарня № 9, м. Дніпропетровськ
(головний лікар – Котенко О.П.)

³Дніпропетровська державна медична академія
кафедра оперативної хірургії і топографічної анатомії
(зав. – д-р мед. наук, проф. Е.Г. Топка)

Фіброзна капсула нирки є композитним матеріалом, до складу якого входять колагенові і еластичні волокна. Їх кількість і спосіб взаємодії визначають відносне співвідношення міцнісних і деформаційних властивостей фіброзної капсули і її механічні властивості [3, 5, 7]. Капсула грає формоутворювальну роль, має вплив на внутрішньонирковий тиск, об'єм органу і його функцію [1, 2, 4, 6, 8]. Механічні властивості новоутвореної фіброзної капсули нирки після декапсуляції не знайшли віддзеркалення в науковій літературі. Метою нашого дослідження явилось вивчення біомеханічних властивостей новоутвореної капсули нирки і її будови за допомогою скануючої електронної мікроскопії.

Матеріали і методи дослідження. Робота виконана на 6 безпородних собаках масою 6-10 кг. Досліджена новоутворена фіброзна капсула 12 нирок (44 зразки). Контрольну групу склали 142 зразки 34 нирок собак. Собакам під комбінованим нембутал-ефірним наркозом (ендотрахеально і

масочно) проводили серединну лапаротомію і декапсуляцію обох нирок. Тварин виводили з експерименту через місяць після операції. Дослідження зразків фіброзної капсули нирки собаки проводили протягом 12 годин після виведення тварин з експерименту. З метою створення постійності вогкості і умов попереднього зберігання, зразки поміщали у фізіологічний розчин. Нирку очищали від жирової клітковини і готували стандартні (з робочою ділянкою $1,0 \times 0,5$ см) зразки фіброзної капсули за допомогою штанцевого ножа. Визначали механічні властивості різних ділянок: передньо-задньої, полярної, латерально-вертикальної. Основою для розробки дослідження послужили методи визначення модуля еластичності і пружно-міцнісних властивостей при розтягуванні гуми. Експерименти проведені на машині для випробування міцності FP-10 (Німеччина). Товщину зразків виміряли мікрометром з ціною поділки 0,01 мм. На підставі отриманого на діаграмному папері запису розриву зразка проводили розрахунок сили, що спричинює розрив (P_r), розривної напруги (σ), відносного подовження (ξ_r) і модуля пружності ($E\sigma$). Статистичну обробку матеріалу проводили з застосуванням критерію Стьюдента.

Нами також проведено порівняльне дослідження будови природної і новоутвореної фіброзної капсули нирок собак після декапсуляції за допомогою скануючої електронної мікроскопії (СЕМ). Для дослідження використовували ділянки фіброзної капсули в області полюсів, передньої і задньої поверхні нирок. Забирання зразків проводили у момент виведення тварин з експерименту висіченням ділянок капсули і прилеглої ниркової паренхіми лезом безпечної бритви. Зразки фіксували в 1% забуференому розчині глутарового альдегіду, обробляли 2% розчином чотириокису осмію, зневоднювали в спиртах зростаючої концентрації і висушували шляхом переходу критичної точки етилового ефіру. Перегляд препаратів

здійснювали за допомогою скануючого електронного мікроскопа JSM-35 (Японія) при прискорюючій напрузі 15 кВ.

Результати та їх обговорення. Результати досліджень представлені в таблиці 1. Вірогідної відмінності між механічними властивостями різних ділянок новоутвореної фіброзної капсули нирки нами не знайдено. Новоутворена фіброзна капсула нирки в різних ділянках в 2,1-3 рази товща первинної ($p < 0,001$). Сила, що спричинює розрив, новоутвореної фіброзної капсули нирки – в 1,5-1,8 рази ($p < 0,05$), розривна напруга – в 2,9-4 рази ($p < 0,001$), модуль пружності в 3,2-4 рази ($p < 0,001$) менше, ніж у нормі, що свідчить про зниження її міцнісних характеристик. Вірогідної відмінності в показниках відносного подовження не відзначено.

Таким чином, новоутворена фіброзна капсула нирки через місяць після декапсуляції значно відрізняється за своїми механічними властивостями від первинної, що не може не позначитися на рівні внутрішньоорганного тиску нирки та її функції.

Встановлено, що в нормі на поверхні фіброзної капсули нирки собаки є розташовані подовжніми рядами складки напівкруглої форми (рис. 1), в області полюсів завдовжки $20,54 \pm 0,60$ мкм, шириною $6,20 \pm 0,58$ мкм і заввишки $8,05 \pm 0,54$ мкм (висоту складок виміряли на поперечному зрізі капсули). На їх поверхні визначається сітка анастомозуючих між собою сполучнотканинних фібрил, орієнтованих переважно у напрямі ходу рядів складок і перпендикулярно їх довжині. Складчастість на передній і задній поверхні органу менш виражена, ніж в області полюсів і по латеральному краю. На поперечному зрізі волоконний каркас капсули в поверхневих шарах, особливо на полюсах і по латеральному краю нирки, має більш виражену складчасту будову в порівнянні з глибшими шарами.

Через 1 місяць після декапсуляції поверхня новоутвореної капсули нирки істотно відрізняється від первинної. Складки згладжені, ірегулярні (рис. 2, 3), в області полюсів довжина їх $14,12 \pm 2,04$ мкм, ширина $3,88 \pm 0,65$ мкм, висота не перевищує 4-5 мкм. Вираженість складок в області полюсів, на передній і задній поверхні нирок, на відміну від первинної капсули, майже однакова. Переплетення сполучнотканинних фібрил на поверхні складок не має переважної орієнтації і утворює сіткоподібну структуру (рис. 4).

Новоутворена капсула нирки характеризується менш вираженою пристосовністю до змінних навантажень, про що свідчить виявлене з допомогою СЕМ зменшення складчастості її поверхні і відсутність первинної впорядкованості орієнтації сполучнотканинних волокон.

Висновок

В результаті дослідження механічних властивостей новоутвореної капсули нирки після декапсуляції встановлено статистично вірогідне зниження її міцнісних характеристик за відсутності відмінностей в показниках відносного подовження в порівнянні з первинною фіброзною капсулою. Дані біомеханічних досліджень у сукупності з виявленими особливостями будови новоутвореної капсули нирки свідчать про обмеженість її функціонально-пристосувальних можливостей і меншу стійкість до навантажень.

Список літератури

1. Аллотрансплантация почки в клинике /Н.А. Лопаткин, А.Ф. Даренков, И.М. Кучинский, Н.С. Ярмолинский // Актуальные проблемы пересадки органов. М., 1978. – С. 219-220.
2. Люлько О.В., Квятковський Є.А. Механічні властивості фіброзної капсули нирки, ниркової миски і сечоводу // Урологія. – 2004, № 1. – С. 45-50.
3. Люлько О.В., Квятковський Є.А., Квятковська Т.О. Механізм пристосування фіброзної капсули нирки до зміни її об'єму // Урологія. – 2004, № 2. – С. 8-11.
4. Макаров А.К. Репаративная изменчивость стромы и паренхимы почки // Всесоюзный съезд анатомов, гистологов и эмбриологов (23-26 июня 1981): Тез. докл. – Минск, 1981. – С. 249.
5. Савченко Н.Е., Тихомирова З.А., Козлов Г.Г. Разрывы пересаженных почек // Хирургия. – 1976. – № 5. –С. 143-145.
6. Хабутія Б.Н., Рубинов Ю.Л. Новые данные об операции декапсуляции почки и формообразующей роли ее фиброзной капсулы // Науч. тр. Рязан. мед. ин-та. – Рязань, 1973. – Т. 45. – С. 85-89.
7. Bounous G., Onnis M., Shumacker H. The abolition of renal autoregulation by renal decapsulation // Surg. Gyn Obst. – 1960, V. VIII. – P. 682-690.
8. Stothest J.C. Evaluation of decapsulation of the canine kidney on renal function following acute ischemia // J. Surg. Res. – 1979. – V. 26, №5. – P. 560-564.
9. Hebert L.A., Stuart K.A., Stempec J.A. Effect of renal decapsulation on renal function // Amer. J. Physiol. – 1975. – V. 229, №3. – P. 632-639.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз механічних властивостей природної фіброзної капсули нирки собаки і новоутвореної капсули нирки через один місяць після декапсуляції ($M \pm m$)

Зразки фіброзної капсули нирки	Товщина зразка (h), см	Сила, що спричинює розрив (Pr), Н	Розривна напруга (σ), МПа	Модуль пружності (E σ), МПа	Відносне подовження (ξ_p), %
Передньо-задня ділянка					
До ДК N=60	$0,009 \pm 0,0006$	$9,1 \pm 0,5$	$9,9 \pm 0,4$	$58,2 \pm 2,4$	$28,0 \pm 0,7$
Через місяць після ДК N=19	$0,019 \pm 0,001$ P<0,001	$5,95 \pm 0,72$ P<0,01	$2,98 \pm 0,27$ P<0,001	$14,26 \pm 1,23$ P<0,001	$27,9 \pm 1,36$ P<0,05
Полярна ділянка					
До ДК N=62	$0,005 \pm 0,0005$	$6,7 \pm 0,4$	$9,1 \pm 0,5$	$53,8 \pm 3,0$	$27,8 \pm 0,7$
Через місяць після ДК N=13	$0,015 \pm 0,002$ P<0,001	$4,57 \pm 0,94$ P<0,05	$3,12 \pm 0,76$ P<0,001	$16,91 \pm 4,02$ P<0,001	$27,85 \pm 1,21$ P<0,05
Латерально-вертикальна ділянка					
До ДК N=20	$0,008 \pm 0,0005$	$8,6 \pm 0,7$	$10,4 \pm 0,1$	$52,5 \pm 3,6$	$30,0 \pm 1,6$
Через місяць після ДК N=12	$0,0189 \pm 0,0027$ P<0,001	$4,8 \pm 0,87$ P<0,001	$2,7 \pm 0,56$ P<0,001	$12,9 \pm 0,53$ P<0,001	$2,6 \pm 1,92$ P<0,05

Примітка: ДК – декапсуляція.

Рис. 1. Поверхня природної фіброзної капсули нирки собаки в ділянці верхнього полюса. Впорядкована орієнтація сполучнотканинних фібрил за ходом складок фіброзної капсули нирки. СЕМ. $\times 2400$.

Рис. 2. Передня поверхня новоутвореної фіброзної капсули нирки собаки. Сплощення, згладженість складок. СЕМ. $\times 2400$.

Рис. 3. Поверхня новоутвореної фіброзної капсули нирки собаки в ділянці верхнього полюса. Сплощення, згладженість, ірегулярність складок. СЕМ. $\times 2400$.

Рис. 4. Сітковидна структура сполучнотканинних фібрил на поверхні новоутвореної фіброзної капсули нирки собаки. СЕМ. $\times 9600$.