

УДК: 616.136.7-007.271-06:616.146.4-073.75]-092.9

© Галицька-Хархаліс О.Я., 2012

РЕНТГЕНАНГІОГРАФІЧНІ ЗМІНИ ТА ПРОСТОРОВА ХАРАКТЕРИСТИКА СУДИННОГО РУСЛА НИРОК ПРИ ОДНОБІЧНОМУ СТЕНОЗІ НИРКОВОЇ АРТЕРІЇ В ЕКСПЕРИМЕНТІ

Галицька-Хархаліс О.Я.

ДВНЗ "Тернопільський державний медичний університет імені І.Я.Горбачевського МОЗ України"

Галицька-Хархаліс О.Я. Рентгенангіографічні зміни та просторова характеристика судинного русла нирок при односторонньому стенозі ниркової артерії в експерименті // Український морфологічний альманах. – 2012. – Том 10, № 3. – С. 21-24.

В експерименті на щурах вивчено рентгенангіографічні особливості адаптаційно-компенсаторних змін у parenхимі нирок та динаміку структурної перебудови судинного русла при односторонньому стенозі ниркової артерії.

Ключові слова: стеноз, нирки, спазм, артерії.

Галицкая-Хархалис А.Я. Рентгенангиографические изменения и пространственная характеристика сосудистого русла почек при одностороннем стенозе почечной артерии в эксперименте // Украинский морфологический альманах. – 2012. – Том 10, № 3. – С. 21-24.

В эксперименте на крысах изучено рентгенангиографические особенности адаптационно-компенсаторных изменений в паренхиме почек и динамику структурной перестройки сосудистого русла при одностороннем стенозе почечной артерии.

Ключевые слова: стеноз, почки, спазм, артерии.

Galitska-Harhalis O.Ya. X-ray changes and spatial description of kidneys' vascular channel at unilateral renal artery stenosis in the experiment // Украинский морфологический альманах. – 2012. – Том 10, № 3. – С. 21-24.

In the experiment x-ray features of adaptive-compensatory changes in kidney's parenchyma and dynamics of structural reconstruction of the vascular channel at unilateral renal artery stenosis were studied on rats.

Key words: stenosis, kidney, spasm, artery.

Вступ. Посилена увага вчених усього світу до ангіології зумовлена високою частотою судинних захворювань, які зустрічаються, в основному, у людей найбільш працездатного віку, що становить медико-соціальну проблему [1, 7, 9]. У різних ланках кровоносної системи структура артерій є адекватною до гемодинаміки, тому порушення кровотоку супроводжуються перебудовою судин, стосовно якої на даний час ще не всі питання є вирішеними [3]. Оскільки артеріальне русло нирки має значну варіабельність морфологічних форм, досконале знання анатомічних та рентгенологічних варіантів норми і патології є необхідним для правильної інтерпретації результатів дослідження ниркових судин [2].

Слід взяти до уваги те, що після стенозування однієї із ниркових артерій кожна із нирок починає перебувати у різних гемодинамічних умовах і відповідно може по-різному реагувати на них, в тому числі і на продукцію вазоактивних речовин [5, 6, 8]. Саме з цих позицій диференційоване співставлення морфофункціональних змін у нирках та структурно-просторових реакцій їх судинних русел, взаємодія та взаємокоординація цих процесів у динаміці безпосередньо після стенозування однієї

із ниркових артерій являє собою актуальне питання сучасної медичної науки.

Мета дослідження. Провести рентгенангіографічне дослідження та дати об'єктивну оцінку структурно-просторовій реорганізації судинного русла нирки на боці патологічного процесу та в контралатеральному органі.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводили на 36 білих безпородних різностатевих щурах масою 180-200 г. Моделювання стенозу лівої ниркової артерії здійснювали 30-ти щурам, 6 тварин увійшли в інтактну контрольну групу. Після звуження середньої третини лівої ниркової артерії на 60 %, шляхом накладання лігатури, за тваринами вели спостереження протягом 1, 3, 7, 15 і 30 діб. Кількісну оцінку контрастних рентгенангіограм проводили за Шопенко К.А. та ін. [4].

Результати дослідження та їх обговорення. Комплексний аналіз стереометричних показників контрастних рентгеноангіограм нирок щурів у нормі (табл. 1) дозволив встановити поступове звуження просвіту ниркових артерій та їх гілок по ходу галужень II-III порядків.

Таблиця 1. Характеристика структурно-просторової організації судинного русла нирок щурів в нормі ($M \pm m$)

| Порядок трійника | | H_2 | k | φ_0 , град | L відн. | Δt |
|------------------|-------|--------------|--------------|--------------------|--------------|-------------|
| I | права | 27,616±1,217 | 72,926±2,543 | 43,667±1,430 | 12,568±1,131 | 4,086±1,065 |
| | ліва | 28,993±2,031 | 74,634±2,505 | 44,167±1,327 | 10,375±0,695 | 3,525±0,672 |
| II | права | 31,606±2,564 | 79,029±2,809 | 60,167±1,352 | 20,219±1,383 | 3,778±0,671 |
| | ліва | 33,410±2,780 | 81,418±3,837 | 62,167±1,167 | 15,408±0,759 | 2,993±0,439 |
| III | права | 39,566±2,317 | 67,111±5,070 | 72,333±0,882 | 20,552±1,833 | 3,475±0,260 |
| | ліва | 41,193±2,533 | 64,128±3,486 | 73,667±0,882 | 19,861±1,657 | 4,188±0,604 |

Про одночасне прогресивне наростання судинного опору по мірі галуження судин свідчило поступове збільшення рівня їх симетрії за показником H_2 та ростом коефіцієнта галуження k. Збільшення сумарного кута біфуркацій та його складових по ходу галуження також підтверджувало поступове посилення опірності судинних русел обох нирок та мало найвищі цифри в судинах III порядку. Водночас,

при проведенні порівняльної характеристики судинних русел обох нирок, справа було встановлено дещо більший діаметр судин усіх рівнів галуження та одночасно нижчий рівень коефіцієнта k, що може вказувати на більшу сміність басейну правої ниркової артерії. Щодо симетричності галужень, то за рівнем H_2 зліва зафіксовано вищий її рівень, ніж з протилежного боку з різницею в 4 %. Одночасно, більша

величина кутів галуження з лівого боку може підтверджувати децю вищу резистентну здатність судин лівої нирки.

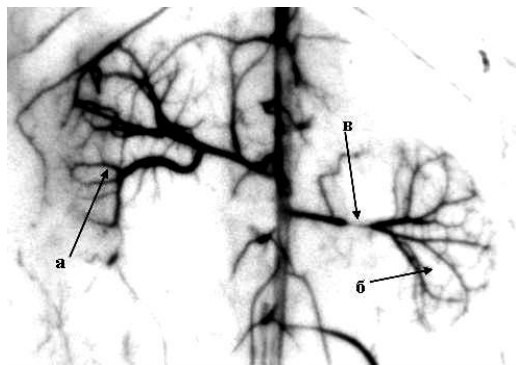


Рис. 1. Рентгенангіограма нирок щура на 1 добу після стенозування лівої ниркової артерії: а – права нирка, б – ліва нирка, в – стеноз проксимальної третини лівої ниркової артерії.

Важливим фактором формування судинного опору при цьому також може бути ступінь звивистості судин. Однак, при розрахунку коефіцієнта звивистості Δt принципових відмінностей не було встановлено. Хоча справа він був децю вищий у перших та других трійниках, а зліва навпаки, переважав на III рівні галуження на 20 % над контралатеральним органом. Разом з тим, абсолютні довжини гілок ниркових артерій, як крупного, так і дрібного калібру, справа переважали. Тому довжинно-діаметральний коефіцієнт ($L_{\text{відн.}}$) та-

Таблиця 2. Характеристика структурно-просторової організації судинного русла нирок щурів на перший день після стенозу лівої ниркової артерії ($M \pm m$)

| Порядок трійника | | H_2 | k | φ_0 , град | $L_{\text{відн.}}$ | Δt |
|------------------|-------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| I | права | $28,135 \pm 1,558$ | $72,309 \pm 2,049$ | $44,000 \pm 1,299$ | $12,274 \pm 1,093$ | $4,248 \pm 0,292$ |
| | ліва | $28,126 \pm 2,286$ | $74,294 \pm 2,560$ | $42,333 \pm 0,803$ | $10,443 \pm 0,631$ | $3,212 \pm 0,508$ |
| II | права | $32,761 \pm 2,472$ | $84,451 \pm 3,333$ | $60,833 \pm 1,195$ | $20,374 \pm 1,222$ | $3,998 \pm 0,797$ |
| | ліва | $31,702 \pm 2,506$ | $91,919 \pm 6,388$ | $57,833 \pm 1,249^*$ | $16,122 \pm 0,731$ | $2,692 \pm 0,397$ |
| III | права | $40,805 \pm 2,299$ | $69,464 \pm 5,909$ | $73,833 \pm 0,946$ | $21,106 \pm 1,880$ | $3,680 \pm 0,436$ |
| | ліва | $36,388 \pm 4,427$ | $71,424 \pm 4,956$ | $67,167 \pm 1,990^*$ | $21,967 \pm 1,887$ | $3,576 \pm 0,314$ |

Примітки: 1. * - $p < 0,05$

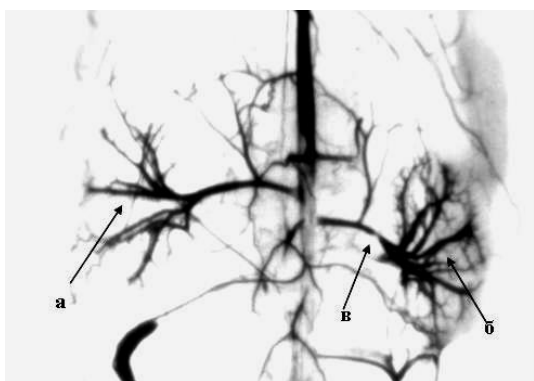


Рис. 2. Збільшення величини обох нирок на рентгенангіограмі щура на 3 добу післяопераційного періоду: а – права нирка, б – ліва нирка, в – стеноз проксимальної третини лівої ниркової артерії.

Але разом з тим, як прояв захисної реакції, компенсаторно наростала опірність здатність усіх трійників. Підтвердженням цього було збільшення рівня симетрії галужень на 3 % відносно контролю, та

кож на цьому боці мав більш високі цифри.

В ранній термін експериментального дослідження (1 доба після стенозу лівої ниркової артерії) на контрастних рентгенангіограмах відмічалася зменшення насиченості судинного рисунка лівої нирки за рахунок недоконтрастування дрібних судин (рис. 1). Щодо правої нирки, то тут навпаки, судини більш чітко проявлялися на фоні паренхіми. Описані зміни підтверджувалися даними кількісного аналізу судинних трійників (табл. 2). Зліва на перший день після стенозу лівої ниркової артерії відмічалася різке звуження діаметра просвіту артерій. Особливо помітним це було в судинах третього порядку галуження: їх діаметр зменшувався на 10 % у порівнянні з контрольною групою тварин з одночасним збільшенням коефіцієнта k , що сумарно вказувало на зменшення ємності даного відділу судинного русла. Поряд з цим відмічалася зниження симетричності галужень артерій з відповідним посиленням рівня асиметрії біфуркацій у трійниках усіх порядків, що може бути результатом зменшення гемодинамічного навантаження на судини ішемізованої нирки. В цьому ж контексті зменшувалася величина кутів галужень, причому в більшій мірі за рахунок φ_1 .

У правій нирці зафіксовано діаметрально протилежні зміни, оскільки орган при модельованій патології починає отримувати більший об'єм крові, переважно за рахунок зростання системного тиску. Тому на всіх рівнях галуження просвіт судин правої нирки розширювався, хоч і в незначній мірі – на 1-2 %.

збільшення k за рахунок розширення просвіту дрібних судин, ріст кутів галужень, особливо в трійниках I та III порядку, що може бути пов'язаним з наростанням звивистості судинних магістралей у відповідь на підвищення в них гідродинамічного навантаження. Паралельно спостерігалася деяке зростання абсолютної довжини складових судинних трійників, хоч на тлі збільшення діаметрів їх просвіту рівень $L_{\text{відн.}}$ продовжував залишатися практично незмінним.

На контрастних ангіограмах на 3 добу спостереження обидві нирки виглядали збільшеними в розмірах (рис. 2). Вираженими були і структурно-просторові зміни зі сторони їх кровоносних русел (табл. 3). У лівій нирці у всіх досліджуваних трійниках рівень симетрії і надалі залишався нижчим, ніж в контрольній групі, але водночас він децю збільшувався у порівнянні з попереднім терміном спостереження. Паралельно частково зменшувалося значення φ та його складових на усіх рівнях галуження. Посаднання цього процесу із зменшенням Δt на 10 та 11 % у двох останніх порядках трійників, зокрема, дає підстави судити про зниження судинного опору лівої нирки.

Таблиця 3. Характеристика структурно-просторової організації судинного русла нирок щурів на третій день після стенозу лівої ниркової артерії ($M \pm m$)

| Порядок трійника | | N_2 | k | φ_0 , град | L відн. | Δt |
|------------------|-------|--------------|--------------|--------------------|---------------|-------------|
| I | права | 28,088±1,781 | 71,312±2,927 | 44,500±1,945 | 12,153±0,955 | 4,195±0,728 |
| | ліва | 27,969±2,213 | 73,324±2,420 | 43,333±1,626 | 10,544±0,699 | 3,360±0,662 |
| II | права | 33,066±1,826 | 79,424±2,821 | 62,833±2,120 | 20,471±1,444* | 3,948±0,439 |
| | ліва | 33,091±2,582 | 83,074±4,818 | 59,667±1,333 | 15,883±0,840 | 2,695±0,523 |
| III | права | 42,379±1,489 | 75,580±6,968 | 76,667±1,453* | 21,534±1,531 | 3,760±0,580 |
| | ліва | 38,758±1,846 | 77,822±9,833 | 68,500±1,765* | 21,945±1,611 | 3,732±0,515 |

Примітки: 1. * - $p < 0,05$

Справа на цей термін спостереження у судинах трійників I-го порядку продовжували наростати емісійні характеристики, що підтверджувалися ростом діаметрів судин на 3 % і одночасним зменшенням коефіцієнта галуження також на 3 %. Поряд із цим відмічалось зростання k у трійниках II та III порядків, що виникало на фоні звуження головних стовбурів артерій даних рівнів галуження та розширення їх дрібних гілок. Деяко збільшувалась і величина кутів галужень всіх порядків, що поряд із ростом коефіцієнта звивистості можна вважати пристосувальною реакцією на посилене кровопостачання. Найбільш виражено така динаміка спостерігалась в трійниках III порядку. У всіх трійниках також зросла абсолютна довжина судин, тому $L_{\text{відн.}}$ збільшувалась. Лише у трійнику I порядку він знижувався, що відбувалося

внаслідок одночасного розширення просвіту судин.

При стереометричному дослідженні на 7-му добу експерименту на боці патології було відмічено подальше зниження резистивних проявів судинного русла, що підтверджувалися поглибленням асиметрії, зменшенням величини кутів галужень на 7 %; в трійниках III рівня це відбувалося переважно за рахунок φ_1 (табл. 4). Паралельно з цим Δt у трійниках I-го порядку був нижчим, ніж у контрольній групі. У порівнянні із дослідними групами першого та третього дня експериментального спостереження, зменшення Δt з кожною наступною групою не відбувалося, він навпаки зростав. $L_{\text{відн.}}$ також залишався стабільним, оскільки діаметр артерій зменшився на фоні вкочорочених судин.

Таблиця 4. Характеристика структурно-просторової організації судинного русла нирок щурів на сьомий день після стенозу лівої ниркової артерії ($M \pm m$)

| Порядок трійника | | N_2 | k | φ_0 , град | L відн. | Δt |
|------------------|-------|--------------|---------------|--------------------|--------------|-------------|
| I | права | 30,215±2,555 | 70,093±2,426 | 45,500±1,648 | 12,262±1,131 | 4,234±1,074 |
| | ліва | 26,941±2,077 | 81,794±3,057 | 43,333±1,116 | 10,784±0,788 | 3,427±0,563 |
| II | права | 35,560±2,861 | 75,231±2,295 | 63,833±1,905 | 19,867±1,238 | 4,052±0,353 |
| | ліва | 30,253±2,826 | 89,588±4,438 | 60,333±1,054 | 15,439±0,540 | 2,819±0,563 |
| III | права | 45,046±1,392 | 68,874±4,958 | 78,500±1,384** | 21,510±1,724 | 3,820±0,457 |
| | ліва | 37,773±1,676 | 80,282±10,385 | 68,500±2,277 | 19,983±1,443 | 3,848±0,168 |

Примітки: 1. ** - $p < 0,01$

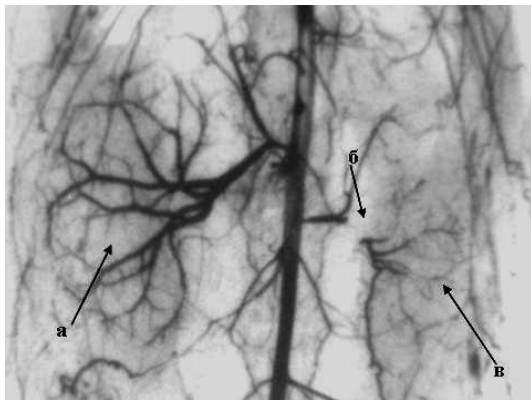


Рис. 3. Гіпертрофія правої нирки та інволюційні зміни лівої нирки на 15 добу після стенозування лівої ниркової артерії: а – права нирка, б – ліва нирка, в – стеноз проксимальної третини лівої ниркової артерії.

В усіх судинних трійниках контрлатеральної нирки на 7-денний термін спостереження стереометричне дослідження контрастних рентгенограм дозволило встановити виражене розширення просвіту артерій всіх порядків з одночасним зниженням у них рівня коефіцієнта галуження. Зберігала тенденцію до наростання симетрія галужень.

На 15-ту добу експерименту на контрастних рант-

генангіограмах відмічалось виражене зменшення розмірів лівої нирки та подальше збільшення периметра контрлатерального органу (рис. 3). Гемодинамічні зміни, які виникали внаслідок модельованої патології, супроводжувалися подальшими відповідними структурно-просторовими реакціями ниркових судин. Зокрема, на стороні змодельованого патологічного процесу дані стереометричного аналізу контрастних рентгенограм (табл. 5) артерій вказували на посилення тонічних реакцій. Паралельно наростала асиметрія у двох перших галуженнях із збільшенням коефіцієнта N_2 на 14 %, а в найдрібніших артеріях – на 15 %. Також відчутно зростав $L_{\text{відн.}}$, переважно за рахунок зменшення діаметра просвіту судин.

Справа динаміка змін структури артеріального русла на цей же термін мала тенденцію до збільшення емісійних властивостей з одночасним посиленням у них ознак наростання судинного опору. Посилення ж резистивних властивостей проявлялося наростанням симетрії галужень і величини кутів біфуркацій як за рахунок φ_1 , так і за рахунок φ_2 . Посилення опору в артеріальному руслі правої нирки підтверджувалося збільшенням Δt у судинах трійників на фоні росту абсолютної довжини артерій. Коефіцієнт $L_{\text{відн.}}$ у двох перших трійниках зменшувалась, лише в третьому продовжував рости через повернення діаметру просвіту до норми.

Таблиця 5. Характеристика структурно-просторової організації судинного русла нирок щурів на п'ятнадцятий день після стенозу лівої ниркової артерії (M±m)

| Порядок трійника | H ₂ | k | φ ₀ , град | L відн. | Δt | |
|------------------|----------------|--------------|-----------------------|----------------|--------------|-------------|
| I | права | 31,528±2,314 | 69,835±3,517 | 45,667±1,856 | 12,310±1,073 | 4,293±0,292 |
| | ліва | 27,085±2,411 | 79,620±3,000 | 43,167±1,537 | 10,772±0,486 | 3,378±0,653 |
| II | права | 36,007±1,846 | 79,176±2,109 | 65,000±1,983 | 19,663±0,823 | 4,117±0,737 |
| | ліва | 31,156±4,293 | 87,558±5,506 | 59,333±0,882 | 16,360±0,594 | 2,747±0,455 |
| III | права | 45,544±2,598 | 74,817±6,325 | 81,000±1,291** | 22,052±1,998 | 3,859±0,498 |
| | ліва | 38,363±2,561 | 92,901±12,203* | 67,667±2,319* | 21,701±1,633 | 3,747±0,229 |

Примітки: 1. * - p < 0,05; 2. ** - p < 0,01

Таблиця 6. Характеристика структурно-просторової організації судинного русла нирок щурів на тридцятий день після стенозу лівої ниркової артерії (M±m)

| Порядок трійника | H ₂ | k | φ ₀ , град | L відн. | Δt | |
|------------------|----------------|--------------|-----------------------|----------------|--------------|-------------|
| I | права | 30,737±1,981 | 69,025±3,663 | 45,667±1,856 | 12,310±1,073 | 4,333±0,272 |
| | ліва | 27,085±2,411 | 79,620±3,000 | 42,833±1,493 | 10,772±0,486 | 3,308±0,598 |
| II | права | 36,007±1,846 | 85,209±4,389 | 65,000±1,983 | 20,401±1,119 | 4,019±0,793 |
| | ліва | 30,613±4,529 | 88,019±5,883 | 60,000±1,291 | 16,360±0,594 | 2,601±0,621 |
| III | права | 44,752±2,442 | 76,602±7,915 | 81,000±1,291** | 22,052±1,998 | 3,805±0,451 |
| | ліва | 37,625±2,628 | 95,794±14,374 | 68,167±2,167* | 21,701±1,633 | 3,341±0,420 |

Примітки: 1. * - p < 0,05 2. ** - p < 0,01

При стереометричному дослідженні на 30-ту добу було зафіксовано стабілізацію процесу в обох нирках (табл. 6). Лише у трійнику III-го порядку справа дещо зростали смісні характеристики. Процес зміни симетричності також стабілізувався. Разом з тим, значення Δt також зменшувалося в обох нирках, однак зліва зміни були більш вираженими.

Виявлена в процесі експерименту динаміка судинних змін свідчить про розвиток безпосередньо після стенозування лівої ниркової артерії відчутних розладів органної гемодинаміки, які відомі чинним чином відображаються як на боці патології, так і в контрлатеральному органі. Як наслідок, виникає системне підвищення артеріального тиску, що призводить до зниження пропускної здатності судин опору справа, як захисної реакції, що попереджає перевантаження гемомікроциркуляторного русла і тим самим дозволяє попередити критичні зміни на рівні клубочків нефрона за рахунок цілого комплексу морфофункціональних реакцій.

Висновки: 1. Деякі відмінності в структурно-просторовій організації ниркових судин щурів справа і зліва у нормі можуть бути наслідком різної віддаленості органів від аорти. При односторонньому стенозі лівої ниркової артерії структурно-просторова та морфофункціональна перебування судинних магістралей на боці патології та в контрлатеральному органі суттєво відрізняються і мають протилежний характер в плані формування судинного опору і ступеня пропускної здатності.

2. Адаптаційно-компенсаторні зміни у правій нирці спрямовані на збільшення судинного опору та запобігання перевантаження гемомікроциркуляторного русла органу на тлі наростання гемодинамічного навантаження, що забезпечується наростанням симетрії судинних галузей, ступеня звивистості судин, а також звуженням просвіту головних стовбурів та їх дочірніх гілок.

3. Зліва судинне русло нирки міняє структуру та функцію у напрямку до покращення трансфузійних характеристик за рахунок збільшення пропускної здатності для кращого кровопостачання органу.

4. У віддалені терміни експерименту відмічалась стабілізація процесів з обох сторін, що може бути зумовлено двома взаємно протилежними змінами:

справа – компенсаторною гіпертрофією органу, зліва – склерозуванням.

Перспективи подальших досліджень. Отримані результати можуть бути використані для обґрунтування нових методів корекції одностороннього стенозування ниркової артерії, а також корекції судинних змін внутрішньоорганної ниркової гемодинаміки різного генезу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Вільхова І. В. Морфологічні та топографічні особливості артерій нирки людини (рентгеноанатомічне ультразвукове дослідження): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.03.01 „Нормальна анатомія” / І. В. Вільхова. – Київ, 2002. – 16 с.
2. Кондрусик Н. Ю. Распределение объемов экскреторных секторов в двухсекторной почке человека при различных вариантах ее кровоснабжения / Н. Ю. Кондрусик, О. Н. Ткаченко // Вісник проблем біології та медицини. – 2011. – Вип. 2, Т. 2. – С 130-132.
3. Черешнева Е. В. Морфология адаптивных и компенсаторных реакций почек после обструкции мочеточника при различной реактивности организма / Е. В. Черешнева, Н. В. Ковальчук // Український морфологічний альманах. – 2011. – № 3. – С. 140-140.
4. Шошенко К. А. Архитектоника кровеносного русла / Шошенко К. А., Голуб А. С., Брод В. И. – Новосибирск: Наука, 1982.– 123 с.
5. Щур О. В. Клінічні та патогенетичні особливості реноваскулярної гіпертензії природженої етіології / О. В. Щур // Український бальнеологічний журнал. – 2006. – № 1, 2. – С. 60-63.
6. Amilineni V Contrast-enhanced CT for acute flank pain caused by acute renal artery occlusion / V Amilineni, DR Lackner, WS Morse, H Srinivas // AJR Am J Roentgenol. – 2000. – Vol. 174. – P. 105-6.
7. Carmeliet P. Mechanisms of angiogenesis and arteriogenesis / Carmeliet P. // Nature medicine. – 2000. – Vol. 6, № 4. – P. 389-395.
8. De Bruyne B Assessment of renal artery stenosis severity by pressure gradient measurements / B De Bruyne, G Manoharan, NH Pijls et al. // J Am Coll Cardiol. – Nov 7, 2006. – Vol. 48(9). – P. 1851-5.
9. Hazanov H Acute renal embolism. Forty-four cases of renal infarction in patients with atrial fibrillation / H Hazanov, M Somin, M Attali, H Beilinson, M Thaler, M Moulallem et al. // Medicine (Baltimore). – 2004. – № 83. – P. 292-9.

Надійшла 12.05.2012 р.
Рецензент: проф. В.І.Лузін