

ОСОБЛИВОСТІ УЛЬТРАСТРУКТУРНОЇ ПЕРЕБУДОВИ НИРОК ЩУРІВ ЗА РІЗНИХ МЕТОДІВ РЕГІДРАТАЦІЇ ПІСЛЯ ЗАГАЛЬНОГО ЗНЕВОДНЕННЯ ТЯЖКОГО СТУПЕНЯ

Х.І. Вахновська, І.Є. Герасимюк

Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України,
м. Тернопіль, Україна

Ключові слова: нирки, ультраструктура, гемокапіляри, епітеліоцити, зневоднення, регідратація.

Буковинський медичний вісник.
2025. Т. 29, № 2 (114). С. 62-69.

DOI: 10.24061/2413-
0737.29.2.114.2025.11

E-mail: herasymyuk@ukr.net



Резюме. Мета роботи – встановити особливості ультраструктурної перебудови нирок білих щурів при застосуванні різних методів регідратації після загального зневоднення важкого ступеня.

Матеріал і методи. Експерименти проведено на 24 білих щурах-самцях, які були розподілені на п'ять груп по 6 щурів у кожній: контрольна, група з моделюванням важкого ступеня зневоднення і три групи, яким проводилася регідратація після важкого ступеня зневоднення різними способами. Ультраструктурне дослідження нирок проводили за загальними правилами.

Результати. Застосування різних методів регідратації після обезводнення у щурів мають якісно однаковий, але різний у кількісному відношенні вплив на процеси відновлення в паренхімі нирок. При вживанні з метою регідратації питної води без обмеження вже через одну добу зміни, що були виявлені при важкому ступені зневоднення, не тільки зберігалися, але і значно поглиблювалися. При застосуванні фізіологічного розчину без обмеження його вживання динаміка функціонального стану стінок гемокапілярів і епітеліоцитів проксимальних відділів ниркових каналців була подібною до такої, що відзначена в попередній групі спостереження. Однак інтенсивність змін була меншою, а темпи їх розвитку – вищими. Найефективніша – дозована корекція питною водою.

Висновки

1. Застосування різних методів регідратації після безводного періоду у щурів здійснює на структурну організацію їх нирок якісно однаковий, але різний у кількісному відношенні вплив.
2. При корекції водою без обмеження в першу добу спостерігалася подальше поглиблення розладів кровообігу, що зареєстровані після зневоднення. Через три доби відзначені зворотні зміни, які продовжувалися і в наступні терміни спостереження
3. Застосування фізіологічного розчину без обмежень порівняно ефективніше, ніж необмежене застосування питної води. Однак характер і динаміка структурного ремоделювання у нирках були аналогічними, хоча і менш інтенсивними.
4. Найбільш ефективно – дозоване застосування питної води.

FEATURES OF ULTRASTRUCTURAL REORGANIZATION OF RAT KIDNEYS UNDER DIFFERENT REHYDRATION METHODS AFTER SEVERE GENERAL DEHYDRATION

Kh.I. Vakhnovska, I.Ye. Herasymiuk

Key words: kidneys, ultrastructure, hemocapillaries, epithelial cells, dehydration, rehydration.

Bukovinian Medical Herald. 2025.
V. 29, № 2 (114). P. 62-69.

Resume. The aim of the research to establish the features of ultrastructural reorganization of the kidneys of white rats when using various rehydration methods after severe general dehydration.

Material and methods. The experiments were conducted on 24 white male rats, which were divided into five groups of 6 rats each: a control group, a group with simulated severe dehydration, and three groups that were rehydrated after severe dehydration by various agents. Ultrastructural examination of the kidneys was

performed according to general rules.

Results. The use of different methods of rehydration after dehydration in rats has a qualitatively identical, but quantitatively different effect on the recovery processes in the renal parenchyma. When drinking water was used for rehydration without restriction, after one day the changes that were detected in severe dehydration not only persisted, but also significantly deepened. When using saline without restriction, the dynamics of the functional state of the walls of hemocapillaries and epithelial cells in the proximal parts of the renal tubules were similar to those observed in the previous observation group. However, the intensity of the changes was lower, and the rate of their development was higher. The most effective was dosed correction with drinking water.

Conclusions. 1. The use of different methods of rehydration after an anhydrous period in rats has a qualitatively identical, but quantitatively different effect on the structural organization of their kidneys.

2. When correcting with water without restriction on the first day, further worsening of circulatory disorders that were registered after dehydration was observed. After three days, reverse changes were noted, which continued in subsequent periods of observation.

3. The use of saline without restrictions is relatively more effective than the unlimited use of drinking water. However, the nature and dynamics of structural remodeling in the kidneys were similar, although less intense.

4. The most effective was the dosed use of drinking water.

Вступ. Виражений дефіцит води в організмі, як відомо, може викликати глибокі порушення водно-електролітного балансу і тим самим суттєво впливати на загальний гомеостаз аж до загибелі організму [1-4].

Стосовно нирок, то в них на зневоднення у першу чергу реагує кровonosне русло, що може призвести до глибоких розладів органного кровообігу з розвитком ішемії [5, 6].

При глибокому зневодненні нерідко рекомендують одночасно вживати велику кількість рідини. Разом з тим відомо, що неправильне відновлення водного балансу після попереднього зневоднення може мати небажані наслідки. Оскільки споживання великої кількості рідини за короткий термін може створити її надлишок у кровonosному руслі, що загрожує перехід води у клітини та міжклітинний простір з розвитком набряків [1, 5, 6].

Електронна мікроскопія як метод дослідження структур, що знаходяться поза межами видимості світлового мікроскопа дозволяє більш глибоко вникнути у морфогенез різноманітних процесів, що відбуваються в організмі [7].

Мета роботи – встановити особливості ультраструктурної перебудови нирок білих щурів при застосуванні різних методів регідrataції після загального зневоднення тяжкого ступеня

Матеріал і методи. Експерименти проведено на 24 білих безпородних статевозрілих лабораторних щурах-самцях. Всі тварини утримувалися в стандартних умовах віварію. Із експерименту щурів виводили шляхом декапітації під інтраперитонеальним тіопенталовим наркозом.

Всіх піддослідних тварин розподілили на п'ять груп по 6 щурів у кожній: контрольна, група з

моделюванням тяжкого ступеня зневоднення і три групи, яким проводилася регідrataція після тяжкого ступеня зневоднення.

Зневоднення тяжкого ступеня моделювали шляхом годування сухим вівсом без доступу до води протягом 10 діб [8]. Відновлення водного балансу після загального зневоднення з одночасним переведенням тварин на стандартний харчовий раціон проводили такими способами: дозоване споживання питної води (по 2 мл через кожну годину, у цілому до 24 мл протягом дня), споживання води без обмежень і необмежене споживання фізіологічного розчину. Забір матеріалу проводили через 1, 3, 6 і 10 діб відновного періоду після 10-денного зневоднення.

Для електронно-мікроскопічного дослідження шматочки тканин нирок фіксували у 2,5 % розчині глютаральдегіду з активною реакцією середовища рН 7,2-7,4, на фосфатному буфері Міллоніга. Після фіксації матеріал переносили в буферний розчин та промивали його протягом 30 хвилин. Постфіксацію проводили упродовж 60 хвилин у 1% розчині чотириокису осмію на буфері Міллоніга. Зневоднення матеріалу проводили у спиртах та ацетоні і заливали в суміш епоксидних смол та аралдиту [9, 10]

Ультратонкі зрізи виготовляли на ультрамикротомі LKB-3 і забарвлювали 1% водним розчином уранілацетату з контрастуванням у цитраті свинцю за Рейнольдсом. Зрізи досліджували на електронному мікроскопі ПЕМ-125 К.

Всі дослідження проводились з дотриманням основних положень Ухвали Першого національного конгресу з біоетики «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах» (2001 р.), Конвенції Ради Європи про охорону хребетних тварин, що

Оригінальні дослідження

використовують в експериментах та інших наукових цілях (від 18.03.1986 р.), Директиви ЄЕС № 609 (від 24.11.1986 р.) і наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р.

Результати дослідження та їх обговорення.

Проведені в десятиденний термін безводного періоду ультраструктурні дослідження дозволили встановити у тканині нирок експериментальних тварин низку ознак, які характерні для порушень гемодинаміки зі зниженням інтенсивності кровотоку через гемомікроциркуляторне русло в результаті порушення його пропускної здатності. Звуження просвіту гемокапілярів виникало внаслідок значного збільшення розмірів ядер ендотеліоцитів. При випинанні таких ядер у просвіт мікросудин площа їх просвіту зменшувалася іноді більш, ніж удвічі. Каріолема місцями утворювала інвагінації з їх заглибленням у каріоплазму. Дифузний еухроматин і чітко контуровані ядра свідчили про функціональну активність таких клітин (рис. 1). Другою структурою, яка впливала із зовні на площу перетину просвіту гемокапілярів були подоцити і їх псевдоподії. У результаті їх тиску на стінки мікросудин наявні у просвіті еритроцити набували вираженої деформації відповідно до форми просвіту самого гемокапіляра.

У результаті таких порушень гемомікроциркуляції в епітеліоцитах проксимальних відділів ниркових каналців виникали відчутні зміни дистрофічно-дегенеративного характеру. Незважаючи на компенсаторне збільшення кількості мітохондрій, всі вони підлягали деструктивним змінам, у вигляді руйнуванням крист. Фактично зберігалися лише контури органел із запустілим вмістом (рис. 2). Внаслідок дегідратації цитоплазми мітохондрії щільно прилягали одні до других, формуючи таким чином цілі поля. У багатьох місцях можна помітити відшарування щіткової облямівки, окремі часточки якої вільно розташовувалися в міжклітинних просторах.

Ремодельовання структурних компонентів нирок білих щурів у відновний період після моделювання тяжкого ступеня зневоднення при застосуванні різних методів регідратації було однотипним за характером, але відрізнялося за інтенсивністю проявів, особливо на 1-шу добу відновного періоду.

Найбільш вираженими були ультраструктурні зміни при необмеженому застосуванні питної води. Причому зміни, що були виявлені при тяжкому ступені зневоднення, не тільки зберігалися, але і значно поглиблювалися та доповнювалися додатковими ознаками. Вони торкалися як елементів гемомікроциркуляторного русла, так і епітеліоцитів проксимального відділу ниркових каналців.

Щодо гемокапілярів, то їх просвіт був значно звуженим і заповненим форменими елементами крові в результаті стазу еритроцитів, які, як правило, були деформованими і нерідко складалися у вигляді

«монетних стовпчиків» (рис.3).

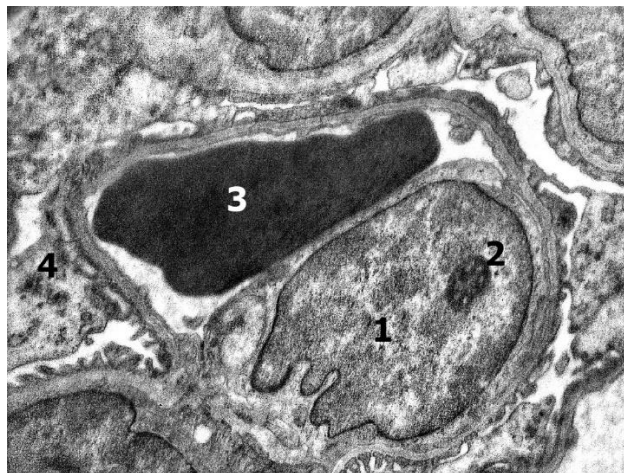


Рис. 1. Ультраструктурна організація структурних компонентів нирки щура через 10 діб безводного періоду: 1 – ядро ендотеліоцита, 2 – ядро ендотеліоцита, 3 – еритроцит у просвіті гемокапіляра, 4 – ядро подоцита. $\times 18000$

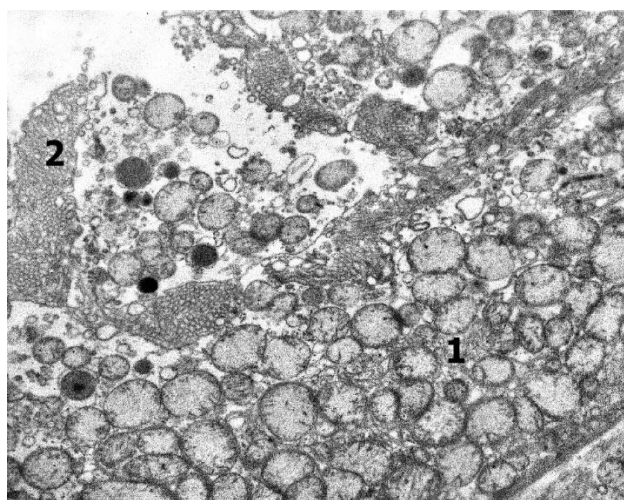


Рис. 2. Ультраструктурна організація структурних компонентів нирки щура через 10 діб безводного періоду: 1 – мітохондрії із зруйнованими кристами в цитоплазмі епітеліоцита проксимального відділу ниркового каналця, 2 – фрагмент щіткової облямівки. $\times 18000$

При цьому цитоплазма ендотеліоцитів ставала просвітленою і містила органили з ознаками деструкції. Базальні мембрани набували розмитих контурів.

Такі розлади гемомікроциркуляції супроводжувалися вираженими дистрофічно-деструктивними процесами різного ступеня в клітинах епітелію проксимальних відділів ниркових каналців. Ядра одних із них ще зберігали дифузно розташований еухроматин, інші, навпаки, містили грубо

конденсований гетерохроматин, між грудочками якого проглядалися абсолютно прозорі поля в каріоплазмі (рис.4).

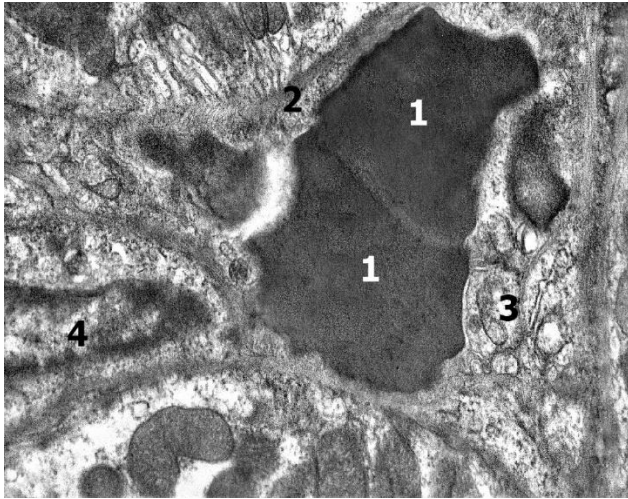


Рис. 3. Ультраструктурна організація структурних компонентів нирки щура через 1 добу після дегідратації тяжкого ступеня при необмеженому застосуванні питної води: 1 – еритроцити у просвіті звуженого гемокапіляра, 2 – базальна мембрана, 3 – цитоплазма і органели ендотеліоцита, 4 – ядро епітеліоцита проксимального відділу ниркового каналця. x 18000

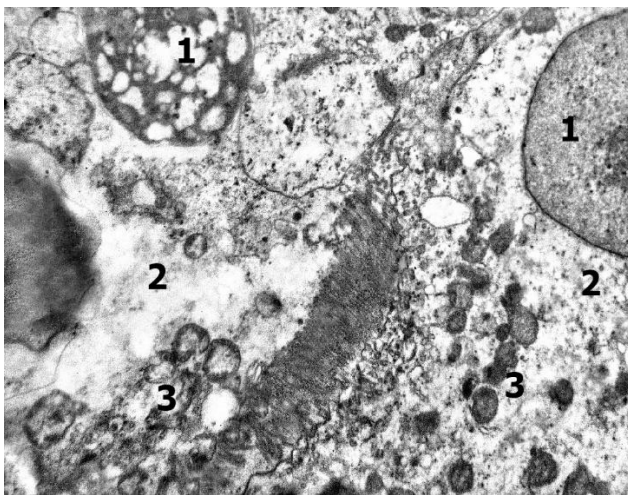


Рис. 4. Ультраструктурна організація структурних компонентів нирки щура через 1 добу після дегідратації тяжкого ступеня при необмеженому застосуванні питної води: 1 – ядра епітеліоцитів проксимального відділу ниркового каналця у різному функціональному стані, 2 – цитоплазма епітеліоцитів проксимального відділу ниркового каналця, 3 – мітохондрії епітеліоцитів проксимального відділу ниркового каналця у різному функціональному стані. x 18000

Цитоплазма епітеліоцитів у всіх випадках виглядала світлою в результаті різного ступеня гідратованості. У цитоплазмі містилася порівняно невелика кількість мітохондрій, морфофункціональний стан яких відображав активність самих клітин: від невеликих електронно щільних до органел із зруйнованими кристами.

При застосуванні з метою регідратації фізіологічного розчину ультраструктурні зміни багато в чому були подібними до тих, які виявлені при необмеженому застосуванні питної води. Однак ступінь їх вираженості значно менший. При цьому просвіт гемокапілярів також помітно звужений і містив деформовані еритроцити. Ендотеліоцити дещо набрякли із просвітленою цитоплазмою, однак базальні мембрани більш структуровані (рис. 5).

Для епітеліоцитів проксимального відділу ниркових каналців також були притаманні явища

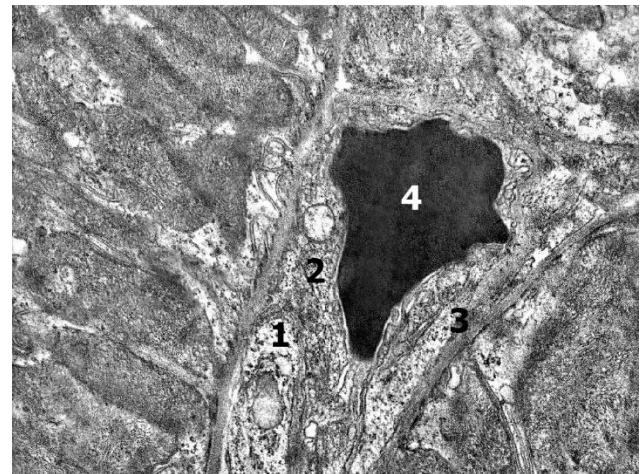


Рис. 5. Ультраструктурна організація структурних компонентів нирки щура через 1 добу після дегідратації тяжкого ступеня при необмеженому фізіологічному розчині: 1 – ядро ендотеліоцита, 2 – цитоплазма ендотеліоцита, 3 – базальна мембрана, 4 – деформований еритроцит у просвіті гемокапіляра. x 18000

гідропічної дистрофії з просвітленням цитоплазми, в якій розміщувалися невеликі електронно щільні мітохондрії. Ядра таких клітин мали добре контуровану каріолему і містили дифузний еухроматин (рис.6).

Найменші відхилення в ультраструктурі були при дозованому застосуванні питної води. Просвіт капілярів - помірно звужений за рахунок випинання в нього окремих, збільшених у розмірах ядер ендотеліоцитів. Більша ж частина ядер ендотеліоцитів набувала видовженої веретеноподібної форми. Форма еритроцитів, кількість яких помітно зменшувалася у просвіті гемокапілярів, була майже не зміненою, наближаючись до овально-круглої, базальні мембрани – контуровані (рис.7).

Оригінальні дослідження

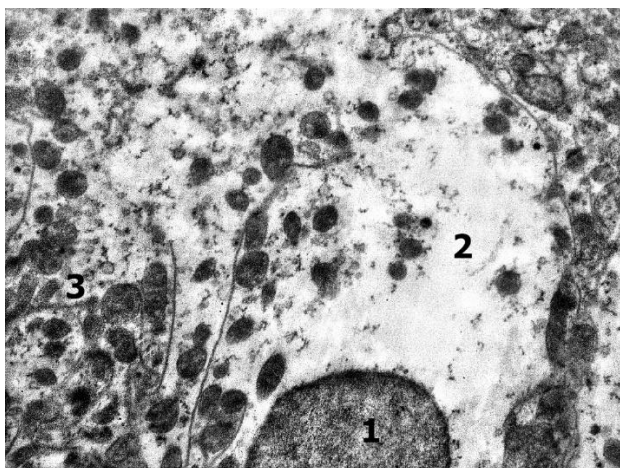


Рис. 6. Ультраструктурна організація структурних компонентів нирки щура через 1 добу після дегідратації тяжкого ступеня при необмеженому фізіологічному розчині: 1 – ядро епітеліоцита проксимального відділу ниркового каналця, 2 – цитоплазма епітеліоцита проксимального відділу ниркового каналця, 3 – мітохондрії. x 14000

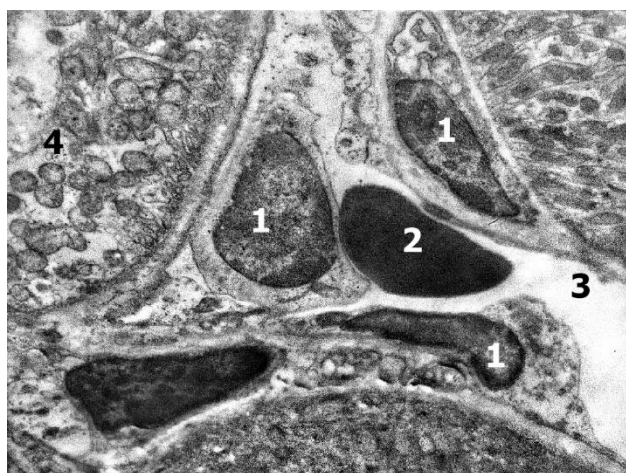


Рис. 7. Ультраструктурна організація структурних компонентів нирки щура через 1 добу після дегідратації тяжкого ступеня при дозованому застосуванні питної води: 1 – ядра ендотеліоцитів, 2 – еритроцит, 3 – просвіт гемокапіляра, 4 – мітохондрії епітеліоцита проксимального відділу ниркового каналця. x 1600

Покращення гемодинамічних умов сприяло досить швидкому відновленню ультраструктури епітеліоцитів проксимального відділу ниркових каналців. При помірній гідратації цито- і каріоплазми ядра епітеліоцитів зберігали округлу форму з чіткою каріолемою. Мітохондрії переважно з чіткими кристами набували звичного просторового розташування: більш хаотично у біляядерній зоні й упорядкованими стовпчиками при наближенні до цитомембрани (рис.8).

Через 3 доби відновного періоду відчутні зміни ще реєструвалися лише у тварин, яким застосовували питну воду без обмежень. Особливо вираженими вони були в гемомікроциркуляторному руслі і полягали, на відміну від 1-добового відновного періоду, в розширенні просвіту гемокапілярів за рахунок зменшення розмірів ендотеліоцитів і зокрема їх ядер, які уже не так помітно випиналися у просвіт мікросудин. Про зниження функціональної активності ендотеліоцитів свідчила також конденсація гетерохроматину і його периферійне розміщення в ядрах. На цьому тлі спостерігалася одночасна функціональна активація епітеліоцитів проксимального відділу ниркових каналців. Це підтверджувалося наявністю в їх цитоплазмі новоутворених мітохондрій з електронно щільним матриксом і типовим впорядкованим розташуванням (рис.9). Відновлювався стан щіткової облямівки епітеліоцитів.

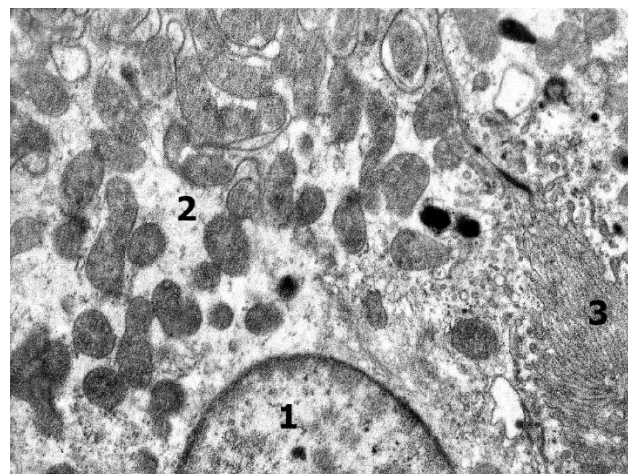


Рис. 8. Ультраструктурна організація структурних компонентів нирки щура через 1 добу після дегідратації тяжкого ступеня при дозованому застосуванні питної води: 1 – ядро епітеліоцита проксимального відділу ниркового каналця, 2 – мітохондрії епітеліоцита проксимального відділу ниркового каналця, 3 – щіткова облямівка. x 16000

Дещо іншими ознаками характеризувався 3-денний період регідратації із застосуванням фізіологічного розчину. Просвіт гемокапілярів - помірно звужений. Цитоплазма ендотеліоцитів мала звичну електронну щільність, базальні мембрани структуровані. На цьому тлі привертало увагу значне посилення функціональної активності епітеліоцитів проксимального відділу ниркових каналців, яке підтверджувалося збільшенням кількості і розмірів різної форми мітохондрій із електронно щільним матриксом (рис.10).

Щодо дозованого застосування питної води для корекції водно-сольового балансу, то через 3 доби

відновного періоду ультраструктурна організація як компонентів гемомікроциркуляторного русла, так і епітеліоцитів проксимального відділу ниркових каналців суттєво не відрізнялася від такої в інтактних тварин.

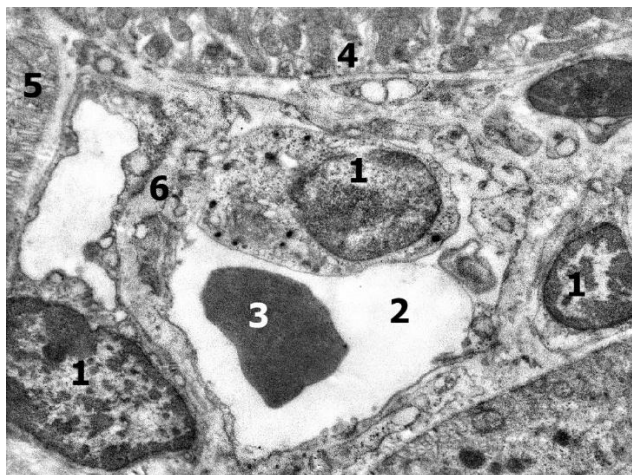


Рис. 9. Ультраструктурна організація структурних компонентів нирки щура через 3 доби після дегідратації тяжкого ступеня при застосуванні питної води без обмежень: 1 – ядра ендотеліоцитів, 2 – просвіт гемокапіляра, 3 – еритроцит, 4 – мітохондрії епітеліоцита проксимального відділу ниркового каналця, 5 – щіточкова облямівка епітеліоцита проксимального відділу ниркового каналця. $\times 14000$

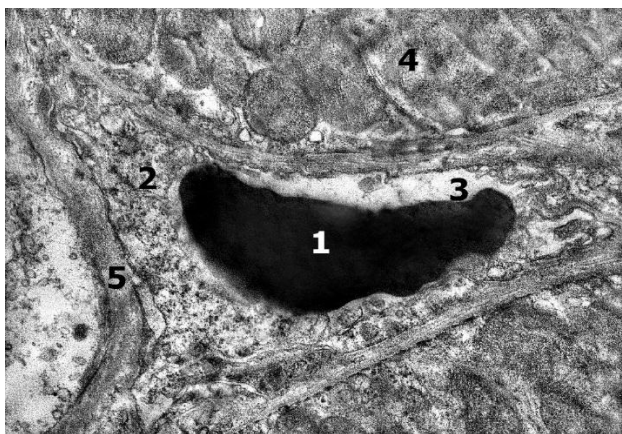


Рис. 10. Ультраструктурна організація структурних компонентів нирки щура через 3 доби після дегідратації тяжкого ступеня при застосуванні питної води без обмежень: 1 – еритроцит, 2 – цитоплазма ендотеліоцита, 3 – просвіт гемокапіляра, 4 – мітохондрії епітеліоцита проксимального відділу ниркового каналця, 5 – базальна мембрана. $\times 14000$

Через 6 і тим більше через 10 діб відновного періоду суттєвих відхилень у структурних

компонентах нирок не спостерігалось вже ні при жодному із застосованих методів регідратації.

Таким чином, результати проведеного нами дослідження свідчать, що застосування різних методів регідратації після обезводнення тяжкого ступеня у щурів мають якісно однаковий, але різний у кількісному відношенні вплив на процеси відновлення в паренхімі нирок. При вживанні з метою регідратації питної води без обмеження вже через одну добу зміни, що були виявлені при тяжкому ступені зневоднення, не тільки зберігалися, але і значно поглиблювалися. Вони торкалися як елементів гемомікроциркуляторного русла, так і епітеліоцитів проксимального відділу ниркових каналців. Щодо гемокапілярів, то їх просвіт був значно звуженим і заповненим форменими елементами крові в результаті стазу еритроцитів. Такі розлади гемомікроциркуляції супроводжувалися вираженими дистрофічно-деструктивними процесами різного ступеня у клітинах епітелію проксимальних відділів ниркових каналців. Аналогічні за характером зміни були відзначені і в інших органах при застосуванні різних методів регідратації після загального зневоднення тяжкого ступеня [1, 5].

При застосуванні фізіологічного розчину без обмеження його вживання динаміка функціонального стану стінок гемокапілярів і епітеліоцитів проксимальних відділів ниркових каналців була подібною до такої, що відзначена в попередній групі спостереження із застосуванням питної води без обмеження. Однак інтенсивність змін була дещо меншою, а темпи їх розвитку – дещо вищими.

Найефективнішою була дозована корекція питною водою. При застосуванні такого методу регідратації відбувалося поступове, більш швидке у часі і практично повне відновлення морфофункціонального стану структурних компонентів гемокапілярів та епітеліоцитів проксимального відділу ниркового каналця.

Встановлений характер і динаміка реакцій гемомікроциркуляторного русла і залежних від цього епітеліоцитів проксимальних відділів ниркових каналців можуть бути наслідком зміни об'єму циркулюючої крові та її реологічних властивостей, які характерні для стану обезводнення організму і відновлення водного балансу [Нагорная, 2011; Нетюхайло, 2012; Сапожников 2015].

Висновки

1. Застосування різних методів відновлення водного балансу після безводного періоду в щурів здійснює на структурну організацію їх нирок і відновні процеси в них якісно однаковий, але різний у кількісному відношенні вплив.

2. При проведенні корекції водою без обмеження її споживання в першу добу спостерігалось подальше поглиблення розладів кровообігу, що були зареєстровані після 10-денного зневоднення. Через три доби були відзначені зворотні зміни у ниркових

Оригінальні дослідження

тілях та судинах, які продовжувалися у наступні 6 і 10 діб спостереження та були спрямовані на відновлення морфофункціонального стану структурних компонентів нирок.

3. Застосування фізіологічного розчину без обмежень його вживання було порівняно ефективнішим, ніж необмежене застосування питної води. Однак характер і динаміка структурного ремоделювання у нирках були аналогічними, хоча і менш інтенсивними.

4. Найбільш ефективним було дозоване

застосування питної води, яке дозволяє поступово і в коротші терміни відновити нормальний морфофункціональний стан нирок після попереднього загального зневоднення тяжкого ступеня.

Перспективи подальших досліджень. Подальше вивчення ефективності різних методів регідратації після загального зневоднення тяжкого ступеня дозволить уточнити найбільш ефективне дозування і оптимальний режим застосування засобів, що використовуються для відновлення водного балансу.

Список літератури

1. Герасимюк ІЄ, Вацик МО. Особливості ремоделювання кровоносних судин легень щурів при застосуванні різних методів регідратації після загального зневоднення. Вісник проблем біології і медицини. 2019;1(2):272-76.
2. Гринцова НБ, Ходорова І, Романюк АМ. Морфологічні перебудови аденогіпофізу щурів за умов загального зневоднення організму у віковому аспекті. Екологічні науки. 2020;2:7-10.
3. Кришталь МВ, Гоженко АІ, Сірман ВМ. Патолофізіологія нирок. Одеса: Фенікс; 2020. 144 с.
4. Вільхова ІВ. Гостре та хронічне ушкодження нирок внаслідок дії опіоїдів. Огляд літератури. Український журнал медицини, біології та спорту. 2021;6(3):14-21.
5. Герасимюк ІЄ, Вацик МА, Герасимюк МІ. Особенности структурных изменений в легких крыс при применении различных методов регидратации после общего обезвоживания. GEORGIAN MEDICAL NEWS. 2019;1(286):106-11.
6. Pham SL, Bickel JP, Moritz ML, Levin JE. Discovering knowledge on pediatric fluid therapy and dysnatremias from quantitative data found in electronic medical records. AMIA Annu Symp Proc. 2010;2010:652-56.
7. Салига ЮТ, Снітинський ВВ. Електронна мікроскопія біологічних об'єктів. Львів: Світ; 1999. 152 с.
8. Сікора ВЗ, Ткач ГФ, Бумейстер ВІ, Погорелов МВ, Болотна ІВ. Методика експериментального відтворення водно-електролітних розладів. Збірник матеріалів науково-практичної конференції «Морфологічний стан тканин і органів систем організму в нормі та патології» 10-11 червня 2009 р. Тернопіль: Укрмедкнига; 2009. с. 160-61.
9. Шарাপова ОМ. Структурні зміни в селезінці щурів після опромінення електромагнітним полем і наступному введенні розчину ехінацеї. Медичні перспективи. 2012;17(4):17-20.
10. Reynolds ES. The Use of Lead Citrate at a High pH as an Electron Opaque Stain in Electron Microscopy. J Cell Biol. 1963;17(1):208-12.
11. Нетюхайло ЛГ, Філатова ВЛ, Філатова ОВ. Водно-сольовий обмін (огляд літератури). Вісник проблем біології і медицини. 2012;1:32-7.
12. Сапожников ОП, Максимова ОС. Морфологічні й ультраструктурні зміни у легенях щурів молодого віку за умов впливу загальної дегідратації. «Морфологічні дослідження – виклики сучасності». Збірник тез доповідей Науково-практичної конференції (Суми, 23-24 квітня 2015 року). м. Суми: Сумський державний університет; 2015. 76 с.

References

1. Herasymuk IYe, Vatsyk MO. Osoblyvosti remodeliuvannya krovonosnykh sudyn lehen' schuriv pry zastosuvanni riznykh metodiv rehidratsii pislia zahal'noho znevodnennia [Features of remodeling of blood vessels in the lungs of rats when using different rehydration methods after general dehydration]. Visnyk problem biolohii i medytsyny. 2019;1(2):272-76. (in Ukrainian).
2. Hryntsova NB, Khodorova I, Romaniuk AM. Morfolohichni perebudovy adenohipofizu schuriv za umov zahal'noho znevodnennia orhanizmu u vikovomu aspekti [Morphological changes in the adenohypophysis of rats under conditions of general dehydration of the body in terms of age]. Ekolohichni nauky. 2020;2:7-10. (in Ukrainian).
3. Kryshthal' MV, Hozhenko AI, Sirman VM. Patofiziologhiia nyrok [Pathophysiology of the kidneys]. Odesa: Feniks; 2020. 144 p. (in Ukrainian).
4. Vil'khova IV. Hostre ta khronichne ushkodzhennia nyrok vnaslidok dii opioividiv. Ohliad literatury [Acute and chronic opioid-induced kidney injury. A review of the literature]. Ukrains'kyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu. 2021;6(3):14-21. (in Ukrainian).
5. Herasymuk IYe, Vatsyk MA, Herasymuk MY. Features of structural changes in the lungs of rats when using various methods of rehydration after general dehydration. GEORGIAN MEDICAL NEWS. 2019;1(286):106-11.
6. Pham SL, Bickel JP, Moritz ML, Levin JE. Discovering knowledge on pediatric fluid therapy and dysnatremias from quantitative data found in electronic medical records. AMIA Annu Symp Proc. 2010;2010:652-56.
7. Salyha YuT, Snityns'kyi VV. Elektronna mikroskopiia biolohichnykh ob'ektiv [Electron microscopy of biological objects]. Lviv: Svit; 1999. 152 p. (in Ukrainian).
8. Sikora VZ, Tkach HF, Bumeister VI, Pohorielov MV, Bolotna IV. Metodyka eksperymental'noho vidtvorennia vodno-elektrolitnykh rozladiv. Zbirnyk materialiv naukovo-praktychnoi konferentsii «Morfolohichni stan tkanyn i orhaniv system orhanizmu v normi ta patolohii» 10-11 chervnia 2009 r. [Methods of experimental reproduction of water-electrolyte disorders. Collection of materials of the scientific and practical conference "Morphological state of tissues and organs of body systems in normal and pathological conditions" June 10-11, 2009]. Ternopil: Ukrmedknyha; 2009. p. 160-61. (in Ukrainian).
9. Sharapova OM. Strukturni zminy v selezintsi schuriv pislia oprominennia elektromagnitnym polem i nastupnomu vvedenni rozchynu ekhinatsei [Structural changes in the spleen of rats after electromagnetic field irradiation and subsequent administration of echinacea solution]. Medychni perspektyvy. 2012;17(4):17-20. (in Ukrainian).

10. Reynolds ES. The Use of Lead Citrate at a High pH as an Electron Opaque Stain in Electron Microscopy. J Cell Biol. 1963;17(1):208-12. DOI: 10.1083/jcb.17.1.208.
11. Netiukhailo LH, Filatova VL, Filatova OV. Vodno-sol'ovyi obmin (ohliad literatury) [Water-salt metabolism (literature review)]. Visnyk problem biolohii i medytsyny. 2012;1:32-7. (in Ukrainian).
12. Sapozhnikov OP, Maksymova OS. Morfolohichni y ul'trastrukturni zminy u leheniakh schuriv molodoho viku za umov vplyvu zahal'noi dehidratatsii. "Morfolohichni doslidzhennia – vyklyky suchasnosti" [Morphological and ultrastructural changes in the lungs of young rats under the influence of general dehydration. "Morphological studies – challenges of the present"]. In: Collection of abstracts of the Scientific and Practical Conference (Sumy, April 23-24, 2015). Sumy: Sums'kyi derzhavnyi universytet; 2015. 76 p. (in Ukrainian).

Відомості про авторів

Вахновська Христина Іванівна – аспірант, Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, м. Тернопіль, Україна. <https://orcid.org/0000-0001-7848-332X>.

Герасимюк Ілля Євгенович – д-р мед. наук, завідувач кафедри анатомії людини, Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, м. Тернопіль, Україна. <https://orcid.org/0009-0002-0656-0749>.

Information about the authors

Herasymiuk Ilia - DM, Head of the Department of Human Anatomy, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine. <https://orcid.org/0000-0001-7848-332X>.

Vakhnovska Khrystyna – postgraduate, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine. <https://orcid.org/0009-0002-0656-0749>.

Надійшла до редакції 03.05.25 р.

Підписано до друку 27.06.2025 р.

© Х.І. Вахновська, І.Є. Герасимюк, 2025