

DOI 10.29254/2077-4214-2019-1-2-149-272-276

УДК 611.24-091.8-02:612.014.461.3]-092.9

Герасимюк І. Є., Вацук М. О.

### ОСОБЛИВОСТІ РЕМОДЕЛЮВАННЯ КРОВОНОСНИХ СУДИН ЛЕГЕНЬ ЩУРІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РІЗНИХ МЕТОДІВ РЕГІДРАТАЦІЇ ПІСЛЯ ЗАГАЛЬНОГО ЗНЕВОДНЕННЯ ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України» (м. Тернопіль)

herasymyuk@ukr.net

**Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.** Дослідження є фрагментом науково-дослідної роботи «Особливості структурної реорганізації кровоносних русел внутрішніх органів за умов впливу екзо- і ендогенних негативних чинників у експерименті», (№ державної реєстрації 118U000360).

**Вступ.** Вода з розчиненими в ній речовинами є функціонально єдиною системою організму, яка утворює внутрішньоклітинні і міжклітинні водні простори та забезпечує реалізацію гомеостазу. Постійний рівень осмотичного тиску плазми крові, міжклітинної і внутрішньоклітинної рідини є однією з головних умов нормальної життєдіяльності організму [1-3].

Порушення гідроелектролітної константи відбуваються в організмі майже постійно, але іноді вони виходять за рамки середньостатистичних норм. Одним з таких проявів є дефіцит води в організмі, що виникає внаслідок найрізноманітніших фізіологічних та патологічних станів [4].

Безпосереднім наслідком зневоднення буває зменшення об'єму циркулюючої крові, венозного повернення, а також серцевого викиду з подальшим відповідним порушенням периферійного кровотоку, розвитком циркуляторної гіпоксії, концентрації крові, посиленням циркуляторних розладів і підвищенням в'язкості та згортання крові. Сповільнення кровотоку за таких умов призводить до гіпоксії тканин [5]. Тому недостатність води може бути причиною важких порушень в різних органах, включаючи легені [6,7].

Водночас, при проведенні регідратації також слід враховувати цілий ряд факторів, так як неадекватна корекція може привести до небажаних наслідків. Зокрема, прийом великої кількості рідини може призвести до водної інтоксикації [8,9,10]. При цьому надмірне накопичення води в судинному руслі може привести до гіпонатріємії з переходом рідини в клітини і міжклітинний простір і розвитком набряків. З іншого боку, неконтрольоване вживання розчинів з високим вмістом натрію може викликати розвиток гіпернатріємії зі зворотним ефектом. Тому, незважаючи на цілий ряд досліджень і до сьогоднішнього дня ще не сформовано остаточну думку щодо оптимальної кількості і складу рідин для регідратації.

**Мета дослідження:** встановити особливості реорганізації кровоносних судин легень щурів при загальному зневодненні та при застосуванні різних методів регідратації і дати їм кількісну характеристику.

**Об'єкт і методи дослідження.** Експерименти проведено на 102 білих лабораторних статевозрілих щурах-самцях з масою тіла 160-180 г у віці 2,5-3 місяці,

які були розділені на 5 груп. З них 6 тварин склали контрольну групу, іншим 24 щурам (2 група) загальну дегідратацію моделювали шляхом годування сухим вівсом без доступу до води протягом 3, 6 і 10 діб (загальне зневоднення легкої, середньої та важкого ступеня відповідно). Така модель широко застосовується в експерименті [11,12]. В інших 3-х групах (по 24 особи в кожній) проводили відновлення водного балансу після загального зневоднення: група з дозованим споживанням питної води (по 2 мл через 1 годину, в цілому до 24 мл протягом дня), група зі споживанням води без обмежень і група з необмеженим споживанням фізіологічного розчину. Дослідження проводили через 1, 3, 6 і 10 діб дегідратації, а також через 1, 3, 6 і 10 діб відновного періоду після 10-денного зневоднення із застосуванням гістологічних і морфометричних методик.

Всі експерименти проводилися з відповідністю до принципів біоетики, що викладені у Гельсінській Декларації та Законі України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (№ 1759-VI від 15.12.2009).

Матеріал для гістологічного дослідження (шматочки легень) після забору фіксували у 10 % нейтральному формаліні. Гістологічні зрізи забарвлювали гематоксиліном і еозином та за Ван Гізон.

Морфометричні дослідження включали визначення показника функціональної активності стінок артерій – індексу Вогенворта (ІВ) [13], як відношення площі середнього шару артерій до площі їх просвіту:

$$IB = (SM / SPr) 100 \%,$$

де SM – площа медії (середньої оболонки),

SPr – площа просвіту судини.

Для цього за допомогою окуляр-мікрометра МОВ-1-15х визначали величини зовнішнього і внутрішнього діаметрів та розраховували товщину м'язової оболонки (ТМ).

Для морфометричного вивчення внутрішньоорганних галузень легеневої артерії за зовнішнім діаметром були розділені на три групи: артерії крупного (126-150 мкм), середнього (51-125 мкм) і дрібного (26-50 мкм) калібрів. Подібні градації судинних русел наводяться і в інших авторів [14].

Отриманий при проведенні досліджень цифровий матеріал піддавали статистичній обробці за допомогою Microsoft Excel for Windows 98 із визначенням середніх величин та їх стандартних похибок. Достовірність оцінювали за коефіцієнтом Стюдента (t) при  $p < 0,05$ .

**Результати досліджень та їх обговорення.** У групі тварин з 10-денним зневодненням (зневоднення важкого ступеня) спостерігалось відчутне зменшення пропускної здатності артерій як малого, так і вели-

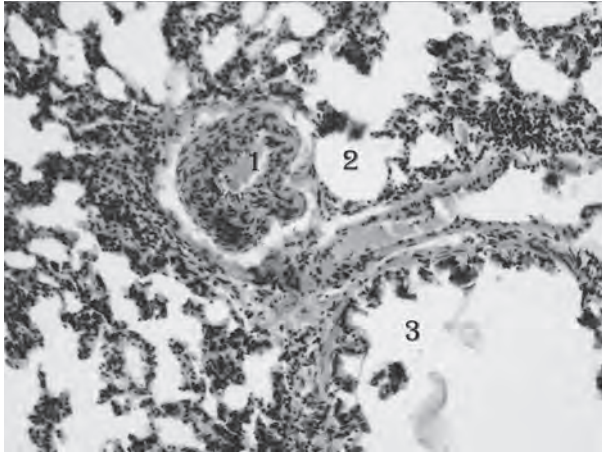


Рис. 1. Гістологічний зріз легені щура через 10 діб моделювання загального зневоднення. Забарвлення гематоксилином і еозином. Зб.  $\times 140$ . Часточкова гілка легеневої артерії – 1, просвіт альвеол – 2, просвіт бронха – 3.

кого кола кровообігу. При гістологічному дослідженні тканини легень відмічалось наростання товщини стінок із звуженням просвіту дрібних гілок легених артерій і артеріол. Іноді зустрічались артерії з нерівномірною товщиною і деформацією стінок (рис. 1).

На відміну від дрібних, і гілок середнього калібру, гілки легених артерій крупного калібру виглядали розширеними і повнокровними. Вени у більшості випадків містили у своєму просвіті невеликі скупчення еритроцитів. Їх паравазальні простори виглядали розширеними.

Об'єктивним підтвердженням виявлених гістологічних змін було кількісне морфометричне дослідження артерій як малого, так і великого кола кровообігу (табл. 1). При цьому у артеріях дрібного калібру за рахунок підвищення тонуусу і гіпертрофічних процесів у середній гладком'язовій оболонці її товщина у порівнянні з контролем достовірно збільшувалася на 20,46 % з відповідним достовірним збільшенням на 51,14 % індексу Вогенворта. У артеріях середнього калібру такий приріст також складав 4,59 % і 9,35 % відповідно (в обох випадках  $p < 0,05$ ).

Таблиця 2.

Кількісна характеристика гілок бронхіальних артерій у щурів за різних ступенів загального зневоднення ( $M \pm m$ )

Тривалість спостереження	ТМ (мкм)	ІВ
Контроль	9,33 $\pm$ 0,17	202,13 $\pm$ 5,54
10 діб зневоднення	10,33 $\pm$ 0,11*	247,43 $\pm$ 7,86*
Відновлення без обмеження води	1 доба	10,58 $\pm$ 0,08*
	3 доби	10,50 $\pm$ 0,18*
	6 діб	10,17 $\pm$ 0,11*
	10 діб	9,92 $\pm$ 0,08*#
Відновлення без обмеження фізіологічного розчину	1 доба	10,42 $\pm$ 0,15*
	3 доби	10,42 $\pm$ 0,15*
	6 діб	9,75 $\pm$ 0,11
	10 діб	9,75 $\pm$ 0,11
Дозоване відновлення водою	1 доба	9,92 $\pm$ 0,08*#
	3 доби	9,83 $\pm$ 0,11#
	6 діб	9,75 $\pm$ 0,11#
	10 діб	9,58 $\pm$ 0,08#

Примітка: \* –  $p < 0,05$  у порівнянні з контролем; # –  $p < 0,05$  у порівнянні із зневодненими тваринами.

В артеріях крупного калібру, як і у попередній терміні спостереження продовжувала наростати їх ємність за рахунок розширення просвіту з одночасним зменшенням товщини середньої оболонки, що підтверджувалося подальшим достовірним зниженням їх кількісних показників: товщини медії (середньої оболонки) на 4,40 % і рівня індексу Вогенворта на 8,11 % у порівнянні з контролем (в обох випадках  $p < 0,05$ ).

Досить часто, особливо у ділянках дисателектзів можна було спостерігати артерії дрібного калібру з особливо потовщеними стінками, тобто артерії «замікаючого» типу довкола яких формувались сполучнотканинні муфти з просочуванням клітинами лімфоїдного ряду. Виражено наростала також товщина середньої оболонки бронхіальних артерій (на 10,72 % при  $p < 0,05$  у порівнянні з контролем) і відповідно індекс Вогенворта (на 22,41 % при  $p < 0,05$  у порівнянні з контролем), (табл. 2).

Таблиця 1.

Кількісна характеристика гілок легених артерій у щурів при загальному зневодненні та різних способах регідратації ( $M \pm m$ )

Тривалість спостереження	Калібр судин, параметри					
	Крупні (126-150 мкм)		Середні (51-125 мкм)		Дрібні (26-50 мкм)	
	ТМ (мкм)	ІВ	ТМ (мкм)	ІВ	ТМ (мкм)	ІВ
Контроль	24,58 $\pm$ 0,30	129,47 $\pm$ 1,25	16,33 $\pm$ 0,11	152,64 $\pm$ 3,15	7,33 $\pm$ 0,11	182,32 $\pm$ 6,79
10 діб зневоднення	23,50 $\pm$ 0,18*	118,98 $\pm$ 1,58*	17,08 $\pm$ 0,15*	166,91 $\pm$ 4,02*	8,83 $\pm$ 0,25*	275,56 $\pm$ 6,50*
Відновлення без обмеження води	1 доба	21,00 $\pm$ 0,29*#	98,08 $\pm$ 2,02*#	15,67 $\pm$ 0,21*#	141,86 $\pm$ 2,90 #	9,58 $\pm$ 0,20*
	3 доби	22,92 $\pm$ 0,30*	114,72 $\pm$ 1,42*	16,00 $\pm$ 0,18*	145,57 $\pm$ 3,29 #	9,17 $\pm$ 0,25*
	6 діб	23,50 $\pm$ 0,13*	119,28 $\pm$ 1,95*	16,00 $\pm$ 0,13*	147,67 $\pm$ 2,78 #	8,58 $\pm$ 0,54
	10 діб	23,92 $\pm$ 0,30	122,68 $\pm$ 1,37*	16,25 $\pm$ 0,11*	149,99 $\pm$ 3,05 #	8,08 $\pm$ 0,15*
Відновлення без обмеження фізіологічного розчину	1 доба	22,25 $\pm$ 0,17*#	108,23 $\pm$ 1,55*#	15,92 $\pm$ 0,15#	146,91 $\pm$ 3,72#	9,42 $\pm$ 0,20*
	3 доби	23,42 $\pm$ 0,30	118,65 $\pm$ 1,39*	16,17 $\pm$ 0,11#	148,00 $\pm$ 3,11#	9,08 $\pm$ 0,24*
	6 діб	24,17 $\pm$ 0,11#	124,81 $\pm$ 1,35#	16,17 $\pm$ 0,17#	149,47 $\pm$ 2,04#	8,33 $\pm$ 0,25*
Дозоване відновлення водою	1 доба	24,33 $\pm$ 0,25#	126,03 $\pm$ 1,18#	16,58 $\pm$ 0,08#	156,21 $\pm$ 3,81	8,00 $\pm$ 0,13*
	3 доби	23,75 $\pm$ 0,17	120,73 $\pm$ 1,38*	16,83 $\pm$ 0,11*	165,10 $\pm$ 3,07*	8,25 $\pm$ 0,21*
	6 діб	24,08 $\pm$ 0,27	124,22 $\pm$ 1,18*	16,92 $\pm$ 0,08*	161,40 $\pm$ 4,49	8,00 $\pm$ 0,22
	10 діб	24,50 $\pm$ 0,18#	127,87 $\pm$ 0,48#	16,42 $\pm$ 0,15#	155,84 $\pm$ 3,06	7,58 $\pm$ 0,15#
	10 діб	25,08 $\pm$ 0,08#	133,04 $\pm$ 1,96#	16,75 $\pm$ 0,11	158,57 $\pm$ 2,72	7,42 $\pm$ 0,08#

Примітка: \* –  $p < 0,05$  у порівнянні з контролем; # –  $p < 0,05$  у порівнянні із зневодненими тваринами.

Застосування різних методів регідратації після загального зневоднення мало неоднаковий вплив як на стан паренхіми легень, так і на стан їх кровоносних судин.

При проведенні регідратації водою без обмеження її кількості у першу добу після застосування спостерігався розвиток набряку паренхіми (потовщення міжальвеолярних перегородок, збільшення зон дисателектазов), а також розширенням перибронхіальних і паравазальних просторів. Нерідко можна було виявити пердіапедезні крововиливи у просвіті альвеол, а також скучення еритроцитів в просвіті дрібних бронхів і бронхіол (рис. 2), які виникали на тлі поглиблення розладів кровообігу, що реєструвалися після 10-денного зневоднення.

Що торкається легеневи артерій, то у їх гілках дрібного калібру через 1 добу застосування даного методу регідратації продовжували посилюватися констрикторні реакції, підтвердженням чого було подальше наростання товщини гладком'язових оболонок з одночасним підвищенням у них рівня індексу Вогенворта. При цьому подальший приріст товщини гладком'язової оболонки (у порівнянні з обезводненими тваринами без корекції) складав 8,5 % ( $p > 0,05$ ), що приводило до подальшого достовірного зростання на 21,5 % ( $p < 0,05$ ) індексу Вогенворта. Артерії середнього і крупного калібру, навпаки, реагували збільшенням своїх ємкісних характеристик, що підтверджувалося зменшенням у них товщини середніх оболонок та індексу Вогенворта. Причому для артерій середнього калібру була характерною зміна спрямованості вектора динаміки показників у порівнянні з обезводненими тваринами. При цьому у них достовірно на 8,3 % зменшувалася товщина середньої оболонки (продовжуючи водночас бути достовірно меншою на 4,1 % від рівня контрольних тварин) і знижувався рівень індексу Вогенворта на 15,0 % ( $p < 0,05$ ), також не досягаючи ще, однак, незначно до рівня контрольних щурів (на 7,1 % при  $p > 0,05$ ). В артеріях крупного калібру продовжувалося прогресивне зменшення досліджуваних показників. Через 1 добу регідратації у них товщина середніх оболонок знижувалася на 10,7 % порівняно з обезводненими тваринами ( $p < 0,05$ ) і ставала на 14,6% меншою від контрольних тварин ( $p < 0,05$ ). Така ж динаміка спостерігалася і для індексу Вогенворта: зниження на 17,6 % порівняно з обезводненими тваринами ( $p < 0,05$ ) і на 24,3 % порівняно з контрольними тваринами ( $p < 0,05$ ).

В наступні терміни спостереження відбувалося поступове відновлення показників у напрямку даних, що були отримані від контрольних тварин. Однак, навіть у 10-денний термін регідратаційного періоду вони продовжували відрізнятися від тварин контрольної групи. Так, в артеріях крупного калібру товщина середньої оболонки ще продовжувала залишатися меншою від контролю на 2,7 % ( $p > 0,05$ ), а індекс Вогенворта – на 5,3 % ( $p < 0,05$ ), в артеріях середнього калібру показники практично не відрізнялися від контрольних, а у артеріях дрібного калібру вони і надалі продовжували залишатися достовірно вищими від контролю: товщина м'язової оболонки – на 10,2 % ( $p < 0,05$ ), а індекс Вогенворта – на 22,1 % ( $p < 0,05$ ).

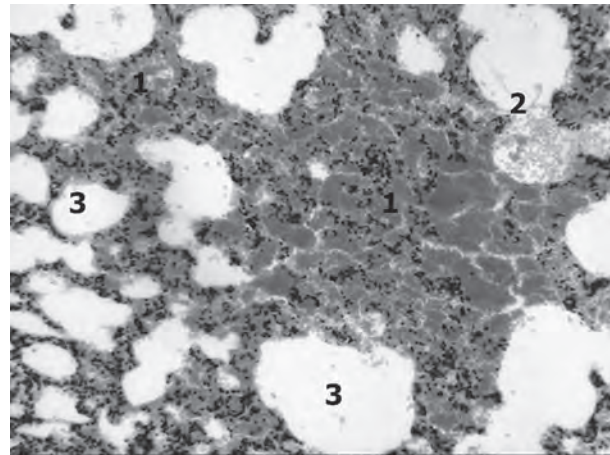


Рис. 2. Гістологічний зріз легень щура через 1 добу після корекції загального зневоднення споживанням води без обмежень. Забарвлення гематоксином і еозином.  $\times 140$ . Пердіапедезні крововиливи у просвіті альвеол з розшаруванням міжальвеолярних перегородок – 1, еритроцити у просвіті альвеоли – 2, просвіт альвеол – 3.

Аналогічна динаміка спостерігалася і при застосуванні для регідратації необмеженого споживання фізіологічного розчину, хоча амплітуда зміни рівня показників була порівняно дещо меншою (див. табл. 1).

При застосуванні методу дозованої корекції питною водою були отримані результати, які свідчили про більш фізіологічний характер відновлення структури кровоносних судин легень. У даній групі тварин спостерігалася поступове і майже повне відновлення морфофункціонального стану стінок артерій, починаючи із першого дня застосування. Причому вже із 6-ї доби відновного періоду всі результати достовірно відрізнялися від тварин з обезводненням, а на 10-ту добу експерименту практично майже повністю відповідали результатам, отриманим від контрольної групи тварин.

Подібними за характером в залежності від виду регідратації були і реакції бронхіальних артерій. При проведенні регідратації водою без обмеження її кількості через 1 добу також ще продовжували посилюватися констрикторні реакції, підтвердженням чого було подальше наростання товщини гладком'язових оболонок (на 13,4 % у порівнянні з контролем при  $p < 0,05$ ) з одночасним підвищенням у них рівня індексу Вогенворта (на 37,4 % у порівнянні з контролем при  $p < 0,05$ ). У подальшому відбувався зворотній розвиток даних показників, хоча навіть у 10-денний термін вони ще продовжували досить відчутно відрізнятися від контрольних цифр (товщина гладком'язових оболонок перевищувала контрольний рівень на 6,3 % при  $p < 0,05$ , а індекс Вогенворта – на 12,1 % при  $p > 0,05$ ).

Характер динаміки показників при застосуванні для регідратації необмеженого споживання фізіологічного розчину у бронхіальних артеріях як і у легеневих був аналогічним до тварин, що споживали воду без обмежень. І як у легеневи артеріях амплітуда таких змін також була дещо меншою (див. табл. 2).

При застосуванні методу дозованої корекції питною водою також були отримані результати, які свідчили про більш фізіологічний характер відновлення структури судин. При цьому спостерігалася поступове і майже повне відновлення морфофункціональ-



ного стану стінок бронхіальних артерій, починаючи із першого дня застосування, а вже із 6-ї доби відновного періоду всі результати достовірно відрізнялися від тварин з обезводненням. На 10-ту добу експерименту отримані результати суттєво не відрізнялися від контрольної групи тварин.

Таким чином, результати проведеного дослідження свідчать, що застосування різних методів регідратації після обезводнення у щурів мають не однаковий вплив на процеси відновлення у кровоносних судинах легень. Необмежене споживання рідин на першу добу регідратаційного періоду викликає посилення судинних реакцій, які розвивалися в процесі обезводнення, особливо при споживанні звичайної води у порівнянні з фізіологічним розчином.

Найефективнішою була дозована корекція питною водою. При застосуванні такого методу регідратації відбувалося поступове, практично повне відновлення морфофункціонального стану кровоносних судин легень.

Однаковий характер реакцій легеневих судин може бути свідченням однакових механізмів їх розвитку в основі яких можуть лежати зміни об'єму циркулюючої крові і її реологічних властивостей, які характерні для стану обезводнення організму [5,6,7].

### Висновки

1. Тривале загальне зневоднення призводить до суттєвих змін у кровоносних судинах легень щурів, які проявляються зниженням рівня їх морфометричних параметрів (зменшення пропускної здатності артерій як малого (легеневих), так і великого (бронхіальних) кола кровообігу за рахунок підвищення тону і гіпертрофії з потовщенням середньої оболонки їх стінки та відповідним звуженням просвіту).

2. Необмежене споживання рідин на першу добу регідратаційного періоду викликає посилення судинних реакцій, які розвинулися в процесі обезводнення, особливо при споживанні звичайної води у порівнянні з фізіологічним розчином.

3. Дозована корекція питною водою є найбільш ефективним методом регідратації, так як відразу сприяє поступовому, практично повному відновленню морфофункціонального стану кровоносних судин легень.

**Перспективи подальших досліджень.** Подальші дослідження дозволять розробити і обґрунтувати оптимально ефективні методи регідратації після загального зневоднення.

### Література

1. Bobrova VI. Syndrom diareyi u ditej. *Sovremennaya pedyatryya*. 2016;3(75):115-20. [in Ukrainian].
2. Martinez-Augustin O, Romero-Calvo I, Suarez MD, Zarzuelo A, de Medina FS. Molecular bases of impaired water and ion movements in inflammatory bowel diseases. *Inflamm. Bowel. Dis.* 2009;15(1):114-27.
3. Booth IP, Ferreira RC, Desjeux JF. Recommendations for composition of oral rehydration solution from the children of Europe. Report of an ESPGAN working group. *J. Pediatr. Gastroenterol.* 2010;4(5):108-14.
4. Kiptenko LI, Vasko LV, Gortynska OM. Morfologichni zminy vnutrinnih organiv shhuriv v umovah klit`nnoyi dehidrataciyi na tli postravmatychnoyi regeneraciyi velykogomilkovoyi kistky. *Svit medycyny ta biologiyi*. 2013;2:41-3. [in Ukrainian].
5. Nagornaya NV. Semynar: toksykozi u detej. *Zdorov'e rebenka*. 2011;1(28):7-15. [in Russian].
6. Netyuxajlo LG, Filatova VL, Filatova OV. Vodno-solovyy obmin (oglyad literatury). *Visnyk problem biologiyi i medycyny*. 2012;1(91):28-33. [in Ukrainian].
7. Sapozhnikov OP, Maksymova OS. Morfologichni j ultrastrukturni zminy u legenyah shhuriv molodogo viku za umov vplyvu zagalnoyi dehidrataciyi. Morfologichni doslidzhennya – vykyky suchasnosti. *Zbirnyk tez dopovidej Naukovo-praktychnoyi konferenciyi (Sumy, 23-24 kvitnya 2015 roku)*. Sumy: Sumskiy derzhavnyj universytet; 2015. s. 76. [in Ukrainian].
8. Pham SL, Bickel JP, Moritz ML, Levin JE. Discovering knowledge on pediatric fluid therapy and dysnatremias from quantitative data found in electronic medical records. *JEAMIA Annu. Symp. Proc.* 2010;2010:652-6.
9. Haycock George B. Hypernatraemia: diagnosis and management. *Arch Dis Child Educ Pract Ed.* 2006;91:8-13.
10. Malcom A, Holliday Segar and Aaron Friedman. Reducing Errors in Fluid Therapy Management. *Pediatrics*. 2003;111:424.
11. Bumejster VI. Elektronmikroskopichna kartyna regeneratu velykogomilkovoyi kistky shhuriv za diyi pozaklytynnoho znevodnennya. *Klinichna ta eksperymentalna patologiya*. 2009;8(2):10-3. [in Ukrainian].
12. Gusejnova ST. Morfologicheskiye yzmeneniya v ymunnih obrazovanyyah tonkoj kyshky pry dehydratatsyy u korrektsyy fyzzrastvorom. *Vestnyk novyh medycynskyyh tekhnologiy*. 2009;16(2):199-200. [in Russian].
13. Lepejko YuB, Nevzorova VA, Gylyfanov EA, Pavlush DG, Dyujzen YV. Yzmeneniye aktyvnosti nejrokinynovoy systemi v slyzystoj obolochke verhnnyh dyhatelnyh putej krys pry modelirovannyi hronycheskogo tabakokurennya. *Sybyrskiy nauchnyj medycynskiy zhurnal*. 2015;35(1):19-27. [in Russian].
14. Shormanov YS. Sosudyistaya sistema pohek pry stenozе legochnogo stovola s razlychnim urovnem kompensatsyy krovoobrasheniya. *Byulleten eksperymentalnoj byologyy y medycyny*. 2004;137(3):332-5. [in Russian].

### ОСОБЛИВОСТІ РЕМОДЕЛЮВАННЯ КРОВОНОСНИХ СУДИН ЛЕГЕНЬ ЩУРІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РІЗНИХ МЕТОДІВ РЕГІДРАТАЦІЇ ПІСЛЯ ЗАГАЛЬНОГО ЗНЕВОДНЕННЯ

Герасимюк І. Є., Вацик М. О.

**Резюме.** В експерименті на щурах встановлено особливості реорганізації кровоносних судин легень при загальному зневодненні та при застосуванні різних методів регідратації з їх кількісною характеристикою. При важкому ступені зневоднення відбувається зменшення пропускної здатності артерій як малого (легеневих), так і великого (бронхіальних) кола кровообігу за рахунок підвищення тону і гіпертрофії середньої оболонки їх стінки з відповідним звуженням просвіту. Необмежене споживання рідин на першу добу регідратаційного періоду викликає посилення судинних реакцій, які розвинулися в процесі обезводнення, особливо при споживанні звичайної води у порівнянні з фізіологічним розчином. Найефективнішою була дозована корекція питною водою. При застосуванні такого методу регідратації відбувалося поступове, практично повне відновлення морфофункціонального стану кровоносних судин легень.

**Ключові слова:** кровоносні судини, легені, зневоднення, регідратація, морфометрія.

### ОСОБЕННОСТИ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ ЛЕГКИХ КРЫС ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ РЕГИДРАТАЦИИ ПОСЛЕ ОБЩЕГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ

Герасимюк И. Е., Вацик М. А.

**Резюме.** В эксперименте на крысах установлено особенности реорганизации кровеносных сосудов легких при общем обезвоживании и при применении различных методов регидратации с их количественной характеристикой. При тяжелой степени обезвоживания происходит уменьшение пропускной способности артерий как малого (легочных), так и большого (бронхиальных) круга кровообращения за счет повышения тонуса и гипертрофии средней оболочки их стенки с соответствующим сужением просвета. Неограниченное потребление жидкостей в первые сутки регидратационного периода вызывает усиление сосудистых реакций, которые развились в процессе обезвоживания, особенно при потреблении обычной воды по сравнению с физиологическим раствором. Наиболее эффективной была дозированная коррекция питьевой водой. При применении такого метода регидратации происходило постепенное, практически полное восстановление морфофункционального состояния кровеносных сосудов легких.

**Ключевые слова:** кровеносные сосуды, легкие, обезвоживание, регидратация, морфометрия.

### FEATURES OF REMODELING OF BLOOD VESSELS OF RAT LUNGS IN APPLYING DIFFERENT METHODS OF FLUID RESUSCITATION AFTER GENERAL DEHYDRATION

Herasymiuk I. E., Vatsyk M. O.

**Abstract.** Dehydration of the body is the result of the variety of physiological and pathological conditions. At the same time, the number of factors should be taken into account in fluid resuscitation, because inadequate correction can lead to undesirable consequences – water intoxication. In this case, abnormal accumulation of water in the bloodstream can lead to hyponatremia with the transfer of fluid into cells and intercellular space and edematization. On the other hand, uncontrolled use of solutions with high sodium content may cause the development of hypernatremia with a converse effect.

*The purpose of the study:* to establish the peculiarities of remodeling of blood vessels of rat lungs with general dehydration in applying various methods of fluid resuscitation and give them quantitative characteristics.

*Object and methods of research.* White laboratory viripotent male rats, that had general dehydration, went through the fluid resuscitation with pre-dosed water consumption, water consumption without restrictions and unlimited consumption of physiological solution.

Morphometric research included measurement identification of capacity of the artery walls – the Vohenvort index, as the relations area of vessel to area of its aperture.

*Research results and their discussion.* In the group of animals with a 10-day dehydration, blood flow capacity of the smaller and bigger artery circuits decreased. Histological examination of the lung tissues showed an increase in the thickness of the walls with narrowing of the lumen of the small branches of the pulmonary arteries and arterioles. Sometimes there were arteries with uneven thickness and deformation of the walls.

Unlike small, medium-sized branches, the branches of large-caliber pulmonary arteries looked expanded and full-blooded. In most cases, the veins contained small concentrations of erythrocytes in their lumen. Their perivascular spaces looked expanded.

During fluid resuscitation without limiting its amount in the first day after application, there was a development of swelling of the parenchyma (thickening of interalveolar septum, enlargement of dystelectasis zones), also the expansion of peribronchial and perivascular spaces. Often, peripheral hemorrhages were discovered in the lumen of the alveoli, as well as the accumulation of erythrocytes in the lumen of small bronchi and bronchioles, which appeared as a result of deepening of circulatory disorders recorded after 10 days of dehydration.

A similar dynamics was observed in the application of unlimited consumption of physiological solution for fluid resuscitation, although the amplitude of change in the level of indices was comparatively lower.

In the method of dose correction with drinking water, results showed more physiological nature of restoration of the blood vessels in lung structure. In this group of animals there was a gradual and almost complete restoration of the morphofunctional state of the arterial walls, starting from the first day of experimentation. Moreover, since the 6th day of the restoration period, all the results were significantly different from the animals with dehydration, and on the 10th day of the experiment almost completely matched the results obtained from the control group of animals.

Depending on the type of fluid resuscitation, the reactions of the bronchial arteries were similar.

#### Conclusions

1. Prolonged general dehydration leads to significant changes in the blood vessels of the rat lungs, which decrease in the level of their morphometric parameters (reducing the blood flow of the arteries of both small (pulmonary) and large (bronchial) circuits to increased tone and hypertrophy with thickening of their walls and the corresponding narrowing of the lumen).

2. Unlimited consumption of fluids on the first day of the fluid resuscitation period causes increased vascular reactions that have evolved during dehydration, especially in consumption of normal water compared to the physiological solution.

3. Dosage correction of drinking water is the most effective method of fluid resuscitation, as it immediately promotes a gradual, almost complete restoration of the morphofunctional state of the lung blood vessels.

**Key words:** blood vessels, lungs, dehydration, fluid resuscitation, morphometry.

Рецензент – проф. Проніна О. М.  
Стаття надійшла 19.02.2019 року