

**Приходько Ольга Олексіївна**,  
кандидат медичних наук, доцент,  
доцент кафедри морфології,  
Сумський державний університет  
[o.prykhodko@med.sumdu.edu.ua](mailto:o.prykhodko@med.sumdu.edu.ua)  
<https://orcid.org/0000-0001-6215-891X>  
м. Суми, Україна

## Структурна перебудова паренхіми селезінки при клітинній дегідратації

Дегідратація є одним з найбільш небезпечних станів для організму людини та тварини. **Метою дослідження** було вивчити структурну перебудову паренхіми селезінки в умовах клітинної дегідратації різного ступеню.

**Матеріали і методи.** Дослідження проводилося на 60 білих щурах-самцях зрілого віку. Використано гістологічний, імуногістохімічний та електронно-мікроскопічний методи дослідження. Експериментальні тварини розділені на три групи по 10 тварин. Тварини, яким моделювалася клітинна дегідратація легкого ступеню, отримували в якості пиття 1,2% гіпертонічний розчин хлориду натрія, а їжі – гранульований комбікорм впродовж 10 днів (перша група), середнього ступеню – 20 днів (друга група), тяжкого ступеню – 30 днів (третя група). Контрольні тварини отримували стандартний питтєвий та харчовий раціон віварію впродовж 10, 20 та 30 днів відповідно (по 10 тварин).

**Результати дослідження.** Виявлено, що через 10 діб клітинного зневоднення червона пульпа селезінки дещо повнокровна, з'являються поодинокі клітини з ознаками апоптозу на різних стадіях, багато преапоптичних клітин, одночасно з цим багато клітин в стані мітозу. Через 20 діб клітинного зневоднення лімфодні вузлики мають середні або великі розміри, з розширеною Т- і В-зоною, Т-зони вузликів нерідко з картиною «зоряного неба», всі судини гемомікроциркуляторного русла зазнають структурних змін. Багато клітин на різних стадіях апоптозу, як і клітин в стані мітозу, велика кількість активних макрофагів, плазмочитів та полісегментоядерних нейтрофілів, частим є явище вакуолізації цитоплазма клітин. Через 30 діб клітинного зневоднення характерним для гістологічної картини зрізів паренхіми селезінки є ділянки просвітлення. Багато клітин мають електронно ущільнене ядро та цитоплазму, зменшені розміри, в цитоплазмі з'являються ділянки вакуолізації, що є лізованими органелами.

**Висновки.** Через 10 діб клітинного зневоднення зміни в паренхімі селезінки є не вираженими та поодинокими. Через 20 діб з'являються зміни як з боку клітинного компоненту паренхіми селезінки, так і судин гемомікроциркуляторного русла. Через 30 діб є всі ознаки глибоких структурно-функціональних змін.

**Ключові слова:** зневоднення, біла пульпа, червона пульпа, лімфоцити, макрофаги, судини.

**Prykhodko Olha Oleksiivna**, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Morphology, Sumy State University, [o.prykhodko@med.sumdu.edu.ua](mailto:o.prykhodko@med.sumdu.edu.ua), <https://orcid.org/0000-0001-6215-891X>, Sumy, Ukraine

## Structural remodeling of the spleen parenchyma during cellular dehydration

Dehydration is one of the most dangerous conditions for human and animal bodies. **The aim of the study** was to study the structural reorganization of the spleen parenchyma under conditions of cellular dehydration of varying degrees.

**Materials and methods.** The study was conducted on 60 white male rats of mature age. Histological, immunohistochemical and electron microscopic research methods were used. Experimental animals are divided into three groups of 10 animals. Animals that were simulated mild cellular dehydration received a 1.2% hypertonic solution of table salt as a drink and granulated compound feed for 10 days (first group), medium degree – 20 days (second group), severe degree – 30 days (third group). Control animals received the standard drinking and food ration of the vivarium for 10, 20 and 30 days, respectively (10 animals each).

**Research results.** It was found that after 10 days of cellular dehydration, the red pulp of the spleen is somewhat full of blood, single cells with signs of apoptosis at various stages, many pre-apoptotic cells, and at the same time many cells in the state of mitosis appear. After 20 days of cellular dehydration, lymphoid nodules are medium or large in size, with expanded T- and B-zones, T-zones of nodules often have a "starry sky" pattern, all vessels of the hemomicrocirculatory channel undergo structural changes. Many cells in various stages of apoptosis, as well as cells in the state of mitosis, a large number of active macrophages, plasma cells and polysegmental nuclear neutrophils, the phenomenon of vacuolization of the cytoplasm of cells is frequent. After 30 days of cellular dehydration, the histological picture of spleen parenchyma sections is characterized by areas of lightening. Many cells have an electron-dense nucleus and cytoplasm, reduced in size, areas of vacuolation appear in the cytoplasm, which are lysed organelles.

**Conclusions.** After 10 days of cellular dehydration, the changes in the parenchyma of the spleen are not pronounced and isolated. After 20 days, changes appear both in the cellular component of the spleen parenchyma and in the vessels of the hemomicrocirculatory channel. After 30 days, there are all signs of profound structural and functional changes.

**Key words:** dehydration, white pulp, red pulp, lymphocytes, macrophages, vessels.

**Вступ.** Структурний та функціональний стан органів лімфоїдної (імунної) системи відіграє надзвичайно важливу роль для всього організму оскільки саме вони забезпечують його захист від дії чужорідних антигенів [1, с. 139]. До них належить такий вторинний лімфоїдний орган, як селезінка [2, с. 117]. В селезінці відбу-

вається антигензалежна проліферація та диференціація Т- та В-лімфоцитів, а також цей орган є депо крові та місцем «гибелі» відпрацьованих клітин крові [1; 3].

Доведено, що відсутність селезінки (аспленія), як результат хірургічного її видалення, пов'язана з позитивним ризиком сепсису, особливо через інкапсу-

льовані бактерії. Тому альтернативним методом є ауто-трансплантація, в ході якої після тотального видалення селезінки її фрагмент трансплантують між листки великого чепця [3, с. 5]. В аналізі крові тварин виявлено значну достовірну відмінність рівнів лейкоцитів, IgM та білків системи комплементу між групою тварин зі спленектомією після травми та тварин з лігуванням магістральних судин селезінки [2, с. 121].

Як морфологи, так і клініцисти тривалий час досліджують вплив різних патологічних чинників на структурну організацію селезінки, наслідки спленектомії, проте недостатньо вивчено вплив на селезінку такого небезпечного стану як зневоднення.

Дефіцит води для організму є вкрай стресовим та невідкладним станом [4; 5]. Загальновідомо, що вода є життєво необхідною для нормального функціонування всіх органів і тканин, а також всіх процесів в організмі [6; 7]. Глибина змін безумовно залежить від ступеню дегідратації, її виду, від супроводжуючих умов навколишнього середовища [7; 8].

За умов зневоднення, викликаного додаванням в якості пиття 2% розчин NaCl упродовж 7 днів, в перенхімі надниркових залоз виявлено виражену дегрануляцію адренохромафінних клітин [8, с. 906]. При середньому та тяжкому ступеню зневоднення, отриманому шляхом припинення введення води, виявлено достовірне зменшення товщини голосових складок щурів [7, с. 141]. Доведено, що дегідратація достовірно зменшує масу тіла тварин у порівнянні з контрольною групою [9].

**Мета дослідження:** вивчити структурну перебудову паренхіми селезінки в умовах клітинної дегідратації різного ступеню.

**Методологія та методи дослідження.** Дослідження проведено на 60 щурах-самцях зрілого віку (6–7-місячних). Експериментальних тварин розподілено на 3 групи: перша група (10 тварин) – щури, яким моделювалася клітинна дегідратація легкого ступеню шляхом отримання тваринами в якості пиття 1,2% гіпертонічного розчину хлориду натрію, а їжі – гранульованого комбікорму впродовж 10 днів; друга група (10 тварин) – впродовж 20 днів; третя група (10 тварин) – впродовж 30 днів. Контрольні тварини отримували стандартний питтєвий та харчовий раціон віварію впродовж 10, 20 та 30 днів відповідно (по 10 тварин в кожному терміні).

Усіх піддослідних тварин утримували в умовах віварію Сумського державного університету. Дослідження проводили згідно положень Європейської конвенції «Про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментів та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986) та «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», прийнятих Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001). Виготовлення гістологічних препаратів відбувалось за загальноприйнятою методикою, використовували рутинні методи забарвлення гематоксиліном та еозином, а також забарвлення пікрофуксином по Ван Гізон.

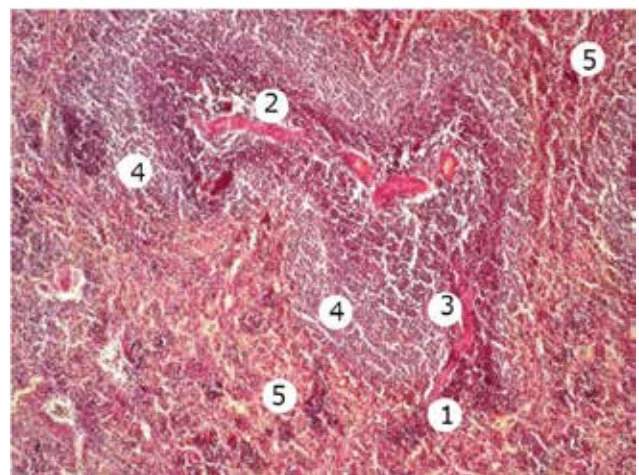
Зображення зрізів селезінки з гістологічних препаратів на монітор комп'ютера виводили з мікроскопу Olympus VX-41 (Японія) та за допомогою відеокамери Baumer/optronic. Імуногістохімічне дослідження виконувалося на

базі лабораторії патоморфології Сумського державного університету. Для проведення імуногістохімічного дослідження виготовляли зрізи завтовшки  $5 \times 10^{-6}$  м, які підлягали стандартній депарафінації та зневодненню у ксилолі та спиртах в зростаючих концентраціях.

Збір матеріалу для електронно-мікроскопічного дослідження проводили відразу після декапітації тварин, згідно із загальноприйнятими правилами. Об'єм відібраних шматочків мав розміри 1 мм<sup>3</sup>. Зразки тканини селезінки відповідних розмірів фіксували спочатку у глутаральдегіді за Карновським, після чого у 1% тетраоксиді осмію за Паладе. Ультратонкі зрізи готували використовуючи ультрамікротом УМТП-4. Вивчення та фотографування об'єктів проводили за допомогою мікроскопу ПЕМ-125 при прискорюючій напрузі 90 кВ при збільшеннях  $\times 4050-10000$ .

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Морфологічна структура селезінки контрольних тварин мала типову будову. Паренхіма складається з білої та червоної пульпи. Капсула селезінки утворена інтенсивно фуксинофільними (при фарбуванні за Ван Гізоном), сполучнотканинними волокнами, клітинами фібробластичного ряду і гладком'язовими клітинами. В паренхімі селезінки визначаються фуксинофільні сполучнотканинні трабекули, що містять помірно повнокровні артерії та вени. Уздовж артерій, що виходять з трабекул, розподілена біла пульпа селезінки, яка представлена лімфоїдними вузликами, а також лімфоїдними навколоартеріальними піхвами (рис. 1). Біла пульпа селезінки містить опорний каркас, що представлений ретикулярною тканиною, в проміжках якого морфологічно диференціюються лімфоцити, плазмацити, макрофаги, інтердигітуючі клітини, дендритні клітини. Переважну частину паренхіми селезінки складає червона пульпа, що представлена численними клітинами крові.

Гістологічно в паренхімі селезінки тварин першої експериментальної групи (10 діб експерименту, клі-

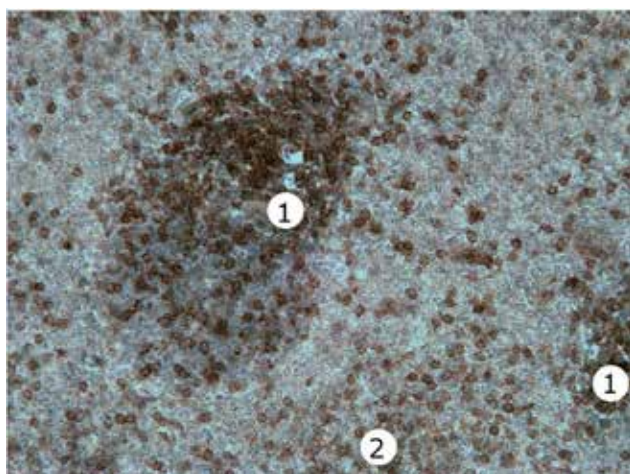


**Рис. 1.** Фрагмент паренхіми селезінки щура контрольної групи. Забарвлення за Ван Гізоном. Зб.:  $\times 200$ . Позначення: 1 – фуксинофільна сполучнотканинна трабекула, що містить артерії та вени; 2 – лімфоїдна навколоартеріальна піхва; 3 – піхвова артерія білої пульпи; 4 – біла пульпа; 5 – червона пульпа

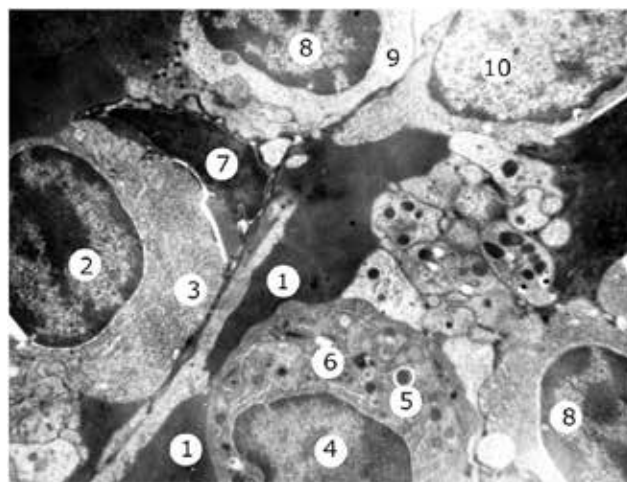
тинне зневоднення легкого ступеню) в лімфоїдних вузликах чітко виражені Т- і В-зони, при цьому В-зони помітно розширені. Червона пульпа дещо повнокровна. Селезінкові трабекули містять помірно повнокровні судини. Товщина трабекул різна, у порівнянні з групою контролю вони дещо потовщені. При імуногістохімічному дослідженні визначаються новоутворені дрібні лімфоїдні вузлики, які представлені лише Т-зонами (рис. 2).

При вивченні субмікроскопічної будови селезінки виявлено, що на 10 добу клітинного зневоднення з'являються поодинокі клітини з ознаками апоптозу на різних стадіях, багато преапоптичних клітин. Одночасно з цим багато клітин в стані мітозу. Біла пульпа представлена малими та середніми лімфоцитами, лімфобластами, макрофагами, плазмоцитами. Лімфоцити мають характерну будову, їх ядро має округлу форму з компактно розташованим хроматином та ядерцем (рис. 3). Ретикулярні клітини мають деформовану витягнуту форму, з'єднуються між собою короткими відростками. Ядро найчастіше темне, з переважанням гетерохроматину, ядерце візуалізується не завжди. Цитоплазма містить поодинокі мітохондрії, рибосоми, каналці гранулярної ендоплазматичної сітки та гранули.

Гістологічно в паренхімі селезінки тварин другої експериментальної групи (20 днів експерименту, клітинне зневоднення середнього ступеню) виявлено, що в більшості лімфоїдних вузликів добре візуалізуються світлі зародкові центри, які містять великі лімфоцити, макрофаги і плазматичні клітини. Червона пульпа експерименту повнокровна і містить значні скупчення Т-лімфоцитів. Лімфоїдні вузлики найчастіше мають середні або великі розміри, з розширеною Т- і В-зоною. Нерідко В-зони поруч розташованих фолікулів зливаються між собою (рис. 4). Т-зони фолікулів нерідко з картиною «зоряного неба». Всі судини гемомікроциркуляторного русла зазнають структурних змін.



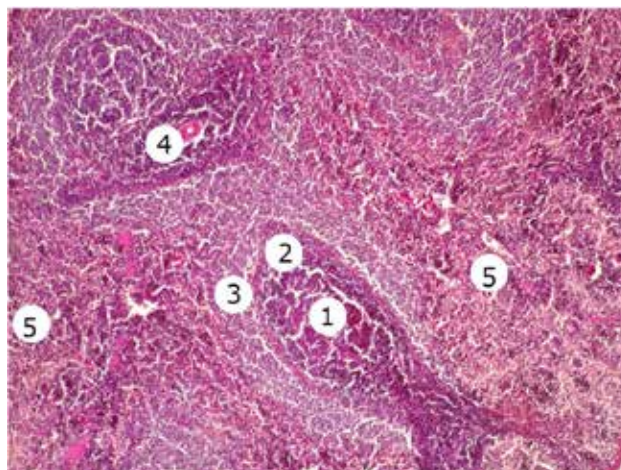
**Рис. 2.** Фрагмент паренхіми селезінки щура експериментальної групи. Клітинна дегідратація, 10-та доба. Реакція з МКАТ до CD3. Зб.: x400. Позначення: 1 – Т-зони дрібних лімфоїдних вузликів селезінки; 2 – скупчення Т-лімфоцитів у червоній пульпі



**Рис. 3.** Фрагмент червоної пульпи селезінки експериментальної тварини. Клітинна дегідратація, 10-та доба. Електронна фотографія. Зб.: x6000. Позначення: 1 – еритроцити; 2 – ядерце у ядрі плазмоцита; 3 – каналці гранулярної ендоплазматичної сітки; 4 – ядро макрофага; 5 – осміюфільні вclusions у цитоплазмі макрофага; 6 – фагосоми; 7 – ядро ретикулярної клітини; 8 – ядро середнього лімфоцита; 9 – цитоплазма; 10 – ядро лімфобласта

Артеріоли та вени дещо розширені, повнокровні. Кровоносні капіляри переважно повнокровні, частина з ознаками пошкодження стінки судини з виходом формених елементів крові в паренхіму органа з утворенням мікрокрововиливів. В деяких випадках просвіт є звуженим, майже не містить формених елементів крові.

Чисельність дендритних клітин в лімфоїдних вузликах білої пульпи селезінки зменшилась. Показники обміну синтази азоту демонстрували картину, близьку до групи контролю.

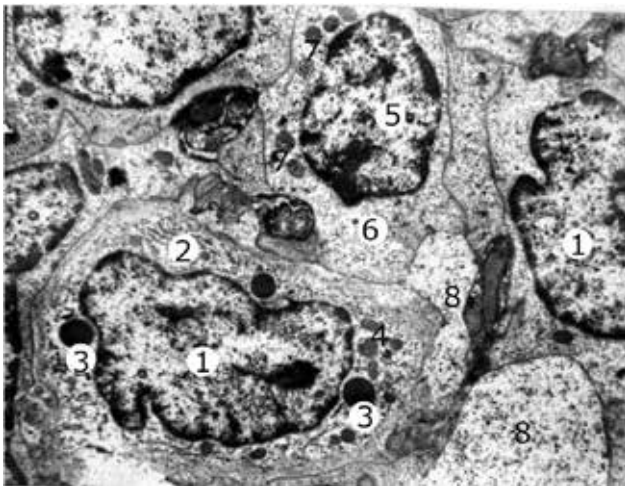


**Рис. 4.** Лімфоїдні вузлики середніх розмірів у білій пульпі селезінки експериментальних тварин, в яких виражені Т- і В-зони, В-зони розширені. Клітинна дегідратація, 20-та доба. PAS-реакція. Зб.: x200. Позначення: 1 – зародковий центр лімфоїдного вузлика; 2 – мантійна зона; 3 – маргінальна зона; 4 – центральна артерія селезінки; 5 – червона пульпа



Субмікроскопічно клітинний склад білої та червоної пульпи селезінки експериментальної групи тварин відповідав контролю. Зародковий центр лімфоїдних вузликів у білій пульпі селезінки містить лімфобласти типової будови. Як в білій так і в червоній пульпі ядра лімфобластів неправильної округлої форми, контури ядерної оболонки нерівні, ядерце візуалізується не завжди. Гетерохоматин розміщений у вигляді глибок по периферії ядра, переважає еухроматин. Ядро малих та середніх лімфоцитів дещо зморщене, деформоване, контур каріолеми нерівний. Багато клітин на різних стадіях апоптозу, як і клітин в стані мітозу. Кількість активних макрофагів підвищена, їх розміри дещо зменшені. Форма ядра неправильна, дещо зморщена (рис. 5). Також присутня велика кількість плазмочитів та полісегментоядерних нейтрофілів. Частим є явище вакуолізації цитоплазми клітин, що проявляється появою електронно-світлих пухирців полігональної форми.

Гістологічно в паренхімі селезінки тварин третьої експериментальної групи (30 діб експерименту, клітинне зневоднення важкого ступеню) виявлено, що як і в попередньому терміні дослідження більшість лімфоїдних вузликів має світлі зародкові центри. Червона пульпа повнокровна і містить значні скупчення Т-лімфоцитів. Серед лімфоїдних вузликів переважають великі за розміром, в яких відзначаються широкі Т- і В-зони. Т-зони багатоклітинні з картиною «зоряного неба». Характерним для гістологічної картини зрізів паренхіми селезінки є ділянки просвітлення, що пов'язано як зі зменшенням щільності клітин, так і зі зростанням кількості активних макрофагів та апоптично змінених клітин.



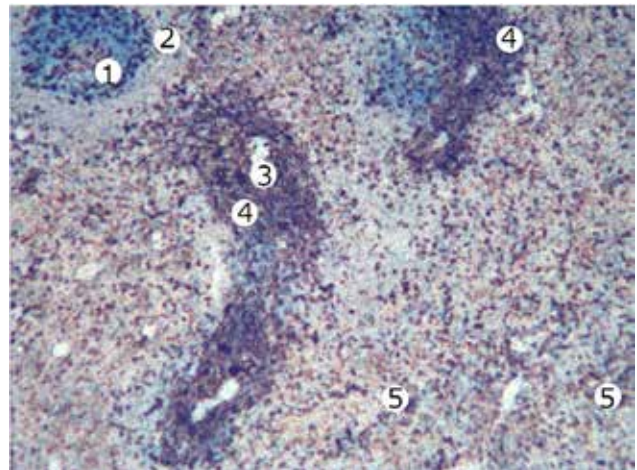
**Рис. 5.** Ультраструктурна організація білої пульпи селезінки експериментальної тварини. Клітинна дегідратація, 20-та доба. Електронна фотографія. Зб.:  $\times 6000$ . Позначення: 1 – ядро макрофага; 2 – каналці гранулярної ендоплазматичної сітки в цитоплазмі макрофага; 3 – гемосидерин; 4 – мітохондрії в цитоплазмі макрофага; 5 – ядро лімфоцита; 6 – просвітлена цитоплазма; 7 – мітохондрії; 8 – вакуолеподібні структури в міжклітинному просторі

Характерним також є потовщення селезінкових перекладок. Відмічено розволокнення та потовщення сполучнотканинних волокон в їх товщі, а також наявність повнокровних судин. Клітинний склад білої та червоної пульпи типовий, проте в даному терміні відмічено велику кількість активних макрофагів, апоптично змінених клітин, полісегментоядерних нейтрофілів, відмічено зростання кількості клітин в стані апоптозу, некрозу, та зменшення кількості клітин в стані мітозу. В частині спостережень відзначається помітне гніздове спустошення зон лімфоїдних вузликів білої пульпи селезінки. Просвіт судин найчастіше розширений, повнокровний, характерним явищем є стаз та сладж-синдром. Навколосудинні простори добре виражені, є ознаки просякання рідкої частини крові через стінку судин. Стінка артерій та артеріол дещо потовщена, набрякла. Вени та венули деформовані.

При ІГХ-дослідженні відмічено накопичення ендотеліальної та індукцйбельної синтази азоту не тільки в ендотелії судин та макрофагах, а і в деяких ділянках селезінкових перекладок. Дрібні лімфоїдні представлені Т-зонами. Червона пульпа містить великі скупчення Т-лімфоцитів (рис. 6).

Кількість еритроцитів в червоній пульпі селезінки є підвищеною, в просвітах гемокапілярів формені елементи крові розташовані монетним стовпчиком. Макрофаги найчастіше заповнені залишками еритроцитів, не рідко скупчення гемосидерину можна візуалізувати в міжклітинному просторі.

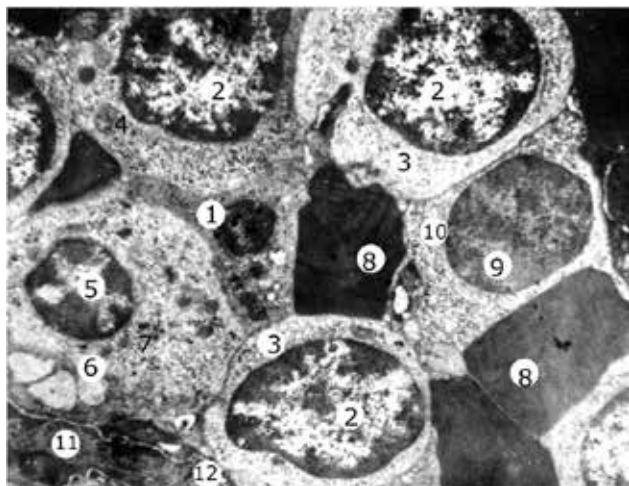
Ядра лімфобластів є найчастіше деформованими, контури ядерної оболонки нерівні, гетерохоматин конденсований невеликими грудками. Цитоплазма просвітлена, містить поодинокі органели. Присутній комплекс Гольджі, він частково вакуолізований, середніх та дрібних розмірів мітохондрії, дрібні вакуолі. Окремі



**Рис. 6.** Фрагмент паренхіми селезінки щура-самця. Клітинна дегідратація, 30-та доба. Реакція з МКАТ до CD3. Зб.:  $\times 200$ . Позначення: 1 – мантійна зона лімфоїдного вузлика; 2 – маргінальна зона; 3 – центральна артерія селезінки; 4 – дрібні лімфоїдні вузлики представлені Т-зонами; 5 – червона пульпа містить великі скупчення Т-лімфоцитів

лімфобласти є виражено деформованими, навколоядерний простір розширений, цитоплазма ущільнена, органели в ній з ознаками лізису. Будова малих та середніх лімфоцитів відповідає попередньому терміну дослідження. Ядро дещо зморщене, контур ядерної оболонки утворює численні випини та заглибини, трапляються ділянки лізису. В ядрі збільшується частка гетерохроматину. В цитоплазмі дрібні ущільнені мітохондрії, каналці гранулярної ендоплазматичної сітки візуалізуються не часто, деформовані, вкорочені. Комплекс Гольджі зменшених розмірів. Середні та малі лімфоцити часто мають ядро з вираженою конденсацією хроматину, розширений навколоядерний простір та осміофільно-ущільнену цитоплазму (рис. 7). При лізисі органел в цитоплазмі клітин з'являються вакуолеподібні структури.

Міжклітинні простори місцями розширені, містять розволонені потовщені ретикулярні волокна, контакти між клітинами чітко не візуалізуються, простір заповнений аморфною рідиною. Зростає частка клітин в стані апоптозу, також спостерігаються поодинокі в стані мітозу (рис. 7). Загалом для частини клітин характерним є електронне ущільнення як ядра, так і цитоплазми, поява в цитоплазмі ділянок вакуолізації, які виглядають як електронно-світлі пухирці полігональної форми, що ймовірно є лізованими органелами. Ретикулярні клітини мають неправильну витягнуту форму, ядро зменшене, контур ядерної оболонки посиленої осміофільності, нерівний, утворює досить глибокі інва-



**Рис. 7. Фрагмент червоної пульпи селезінки експериментальної тварини. Клітинна дегідратація, 30-та доба. Електронна фотографія. Зб.:  $\times 6000$ . Позначення: 1 – клітина в стані апоптозу; 2 – ядро лімфоцита з конденсованим грудками хроматином; 3 – просвітлена цитоплазма лімфоцита; 4 – мітохондрія з ознаками набряку; 5 – ядро з ознаками каріопікнозу; 6 – ділянка вакуолізації цитоплазми; 7 – осміофільні вклучення; 8 – еритроцити; 9 – ядро клітини з гомогенно конденсованим хроматином; 10 – ущільнення цитоплазми; 11 – ядро ретикулярної клітини; 12 – цитоплазма ретикулярної клітини**

гінації, з ділянками лізису, навколоядерний простір розширений (рис. 7).

В експерименті на щурах з цукровим діабетом в паренхімі селезінки описано схожі зміни волокнистого компоненту, а саме виявлено скупчення колагенових волокон у товщі капсули та перекладок, що від неї відходять, а також у стінці судин та пазух. Також відмічено потовщення перекладок, проте внаслідок фіброзу. Виявлено зростання частки сполучнотканинного компоненту як в білій, так і червоній пульпі селезінки [10, с. 351].

Через шість тижнів впливу висококалорійної дієти в паренхімі селезінки також виявлено повнокрів'я червоної пульпи, розширення венозних пазух селезінки, зростання кількості апоптично змінених клітин та активних макрофагів. Окрім того описано достовірне зменшення відносної площі білої пульпи та, відповідно, зменшення відносної площі червоної пульпи [1, с. 144].

Досліджено, що внутрішньоклітинна дегідратація призводить до втрати маси тіла експериментальними тваринами. Проте на вираженість втрати впливає такий супутній стан як надмірна маса тіла та ожиріння. Як виявлено вони зменшують наслідки впливу внутрішньоклітинної дегідратації. В результаті пиття гіперосмотичного розчину впродовж восьми днів втрата маси тіла становила 15% у щурів без ожиріння, та 10% у щурів з ожирінням [11].

Досліджено, що протекторний вплив на процес регуляції рідини в організмі при зневодненні мають естрогени. Окрім того вони підвищують продуктивність когнітивних центрів. В проведеному експерименті доведено, що при гіповолемічному зневодненні самки в еструсі мали достовірно кращі результати при вивчення нового об'єкта. Гормони яєчок у щурів-самців такого ефекту не викликали [12].

Стан зневоднення є поширеним явищем серед пацієнтів з гострим порушенням мозкового кровообігу, зокрема ішемічним інсультом. Він безпосередньо пов'язаний з раннім погіршенням неврологічним статусу пацієнта. Він ускладнює перебіг призводячи до зниження церебральної перфузії, в свою чергу призводячи до загостренням ішемічного ураження мозку [6].

**Висновки з дослідження.** В результаті дослідження, проведеного на щурах самцях виявлено, що через 10 діб клітинного зневоднення зміни в паренхімі селезінки є не вираженими та поодинокими, визначаються окремі клітини з ознаками апоптозу на різних стадіях, багато преапоптичних клітин, проте одночасно з цим багато клітин в стані мітозу. Через 20 діб з'являються зміни як з боку клітинного компоненту паренхіми селезінки, так і судин гемомікроциркуляторного русла. Через 30 діб є всі ознаки глибоких структурно-функціональних змін – характерним для гістологічної картини зрізів паренхіми селезінки є ділянки просвітлення, що пов'язано зі зменшенням щільності клітин та зі зростанням кількості активних макрофагів та апоптично змінених клітин. Багато клітин мають електронно ущільнене ядро та цитоплазму, зменшені розміри, в цитоплазмі з'являються ділянки вакуолізації, що є лізованими органелами.

**Інформація про конфлікт інтересів.** Потенційних чи явних конфліктів інтересів, що пов'язані з цим рукописом, на момент публікації не існує та не передбачається.

**Інформація про фінансування.** Дослідження виконано в рамках науково-дослідної теми кафедри морфології Сумського державного університету – «Морфологічні аспекти експериментальної патології внутрішніх органів та опорно-рухового апарата», номер державної реєстрації 0123U101135.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Mateshuk-Vatseba L, Holovatskyi A, Harapko T, Foros A, Petrychko O, Kharkhalis I. Structural changes of the spleen parenchyma under the action of Monosodium Glutamate and their correction by Melatonin. *Journal of Morphological Sciences*. 2023;40:139-45.
2. Mehrvarz S, Shahabi S, Mofrad RM, Sheikhabaehi E, Moslehi M. An experimental rat model of hilar splenic vessel ligation versus splenectomy for spleen trauma. *Int J Burn Trauma*. 2018;8(5):117-25.
3. Mohammad A, Ariffin AC, Mansur FAF, Abdullah WO, Asnawi AW, Sani A, et al. Spleen Autotransplantation in Rat. *Journal of Surgery and Trauma Care*. 2020;2(2):1-5. <https://fazpublishing.com/jstc/index.php/jstc/article/view/37>
4. Bailey TW, do Nascimento NC, Dos Santos AP, Sivasankar MP, Cox A. Comparative proteomic changes in rabbit vocal folds undergoing systemic dehydration and systemic rehydration. *J Proteomics*. 2023;270:104734. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2022.104734>
5. Perry RJ, Rabin-Court A, Song JD, Cardone RL, Wang Y, Kibbey RG, et al. Dehydration and insulinopenia are necessary and sufficient for euglycemic ketoacidosis in SGLT2 inhibitor-treated rats. *Nat Commun*. 2019;10:548. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-08466-w>
6. Tsai Y-H, Yang J-L, Lee I-N, Yang J-T, Lin L-C, Huang Y-C, et al. Effects of Dehydration on Brain Perfusion and Infarct Core After Acute Middle Cerebral Artery Occlusion in Rats: Evidence From High-Field Magnetic Resonance Imaging. *Front. Neurol*. 2018;9:786. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00786>
7. Oleson S, Cox A, Liu Z, Sivasankar MP, Lu K-H. In Vivo Magnetic Resonance Imaging of the Rat Vocal Folds After Systemic Dehydration and Rehydration. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2020;63(1):135-42. [https://doi.org/10.1044/2019\\_JSLHR-19-00062](https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-19-00062)
8. Dekar-Madoui A, Aouichat S, Touati H, Ouali-Hassenaoui S. Chronic dehydration affects hydroelectrolytic equilibrium and adrenal gland morphology in wistar rat: comparison with gerbillus tarabuli. *J. Fundam. Appl. Sci*. 2017;9(2):897-907.
9. Uno T, Hasegawa T, Horiuchi M. Combined stimuli of cold, hypoxia, and dehydration status on body temperature in rats: a pilot study with practical implications for humans. *BMC Res Notes*. 2020;13:530. <https://doi.org/10.1186/s13104-020-05375-w>
10. Ozerkan D, Ozsoy N, Cebesoy S, Ozer C. Distribution of spleen connective tissue fibers in diabetic and vitamin C treated diabetic rats. *Biotechnic & Histochemistry*. 2021;96(5):347-53. <https://doi.org/10.1080/10520295.2020.1795718>
11. Fetissoff SO, Meguid MM. Food intake and meal pattern in response to hyperosmotic-induced dehydration in obese and lean Zucker rats. *Nutrition: X*. 2020;6:100011. <https://doi.org/10.1016/j.nutx.2020.100011>
12. Santollo J, Myers KE, Rainer IL, Edwards AA. Gonadal hormones in female rats protect against dehydration-induced memory impairments in the novel object recognition paradigm. *Hormones and Behavior*. 2019;114:104547. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2019.06.011>