

# Мікроскопічні та ультрамікроскопічні зміни головних екзокриноцитів слизової оболонки шлунка за умов сублетальної загальної дегідратації організму

В. І. Гула, В. З. Сікора, О. С. Ярмоленко, В. І. Бумейстер, М. С. Пернаков, В. О. Бойко

Сумський державний університет, Україна

Функціональний стан головних клітин слизової оболонки шлунка відбиває здатність до розщеплення білків і повноцінного засвоєння необхідних для організму речовин за умов впливу загальної дегідратації організму важкого ступеня.

**Мета роботи** – виявити морфологічні та ультрамікроскопічні зміни головних екзокриноцитів фундального відділу шлунка щурів за умов впливу загального зневоднення організму сублетального ступеня тяжкості.

**Матеріали та методи.** На зрілих лабораторних щурах експериментальної серії змоделивали вплив загального зневоднення сублетального ступеня, що досягався на 9 добу експерименту. Під час експерименту тварин тримали на повному безводному режимі та годували сухим гранульованим кормом. Зразки для мікроскопічного та ультрамікроскопічного дослідження готували за загальноприйнятими методиками. Результати оцінювали на світловому мікроскопі «Olympus» з фотографічною реєстрацією морфологічної картини відеокамерою Baumer/optronic. Тип: CX05c та електронному мікроскопі EM-125. Морфометричне дослідження виконали за допомогою програми «Digimizer».

**Результати.** Дослідили середні показники площі перерізу цитоплазми та ядер головних клітин, їхні мікроскопічні та ультрамікроскопічні зміни за умов важкого ступеня загальної дегідратації організму. Важкий ступінь загальної дегідратації організму супроводжується зменшенням загальної кількості клітин у власних залозах шлунка на 21,22 % ( $p < 0,0001$ ), а також середньої кількості головних екзокриноцитів на 19,43 % ( $p < 0,0001$ ) на одну залозу щодо групи контролю. У відсотковому значенні від загальної кількості клітин у власних залозах шлунка на 9 добу експерименту головні екзокриноцити становлять 37,66 %. Протягом морфометричного дослідження виявили зменшення площі перерізу цитоплазми клітин на 37,73 % ( $p < 0,0001$ ), ядер – на 21,97 % ( $p = 0,0110$ ).

**Висновки.** Ультраструктурні трансформації головних екзокриноцитів є ознаками різкого зниження інтенсивності синтетичних процесів у цих клітинах, а також порушення не тільки синтезу секрету, але і процесу його виведення із цитоплазми. Ультраструктурні зміни клітинних органел головних екзокриноцитів власних залоз слизової оболонки шлунка є наслідками гіпоксичної альтерації та метаболічних порушень (як проявів загальної дегідратації) та мають деструктивно-дистрофічний із переходом у некробіотичний характер.

**Ключові слова:**  
шлунок,  
загальна  
дегідратація,  
екзокриноцити.

**Запорізький  
медичний  
журнал.** – 2018. –  
Т. 20, № 2(107). –  
С. 193–198

**DOI:**  
10.14739/2310-1210.  
2018.2.124948

**E-mail:**  
viktorya.gulaya1@  
gmail.com,  
sikora\_v@ukr.net

## Микроскопические и ультрамикроскопические изменения главных экзокриноцитов слизистой оболочки желудка в условиях сублетальной общей дегидратации организма

В. И. Гулая, В. З. Сикора, О. С. Ярмоленко, В. И. Бумейстер, Н. С. Пернаков, В. А. Бойко

Функциональное состояние главных клеток слизистой оболочки желудка отражает способность к расщеплению белков и полноценному усвоению необходимых для организма веществ в условиях общей дегидратации организма тяжелой степени.

**Цель работы** – установить морфологические и ультрамикроскопические изменения главных экзокриноцитов фундального отдела желудка крыс в условиях общего обезвоживания организма сублетальной степени тяжести.

**Материалы и методы.** На зрелых лабораторных крысах экспериментальной серии смоделировано влияние общего обезвоживания сублетальной степени, которое достигалось на 9 сутки эксперимента. Во время эксперимента животных содержали на полном безводном режиме и кормили сухим гранулированным кормом. Образцы для микроскопического и ультрамикроскопического исследования изготавливали по общепринятым методикам. Результаты оценивали на световом микроскопе «Olympus» с фотографической регистрацией морфологической картины видеокамерой Baumer/optronic. Тип: CX05c и электронном микроскопе ЭМ-125. Морфометрические исследования проводили с помощью программы «Digimizer».

**Результаты.** Изучены средние показатели площади сечения цитоплазмы и ядер главных клеток, их микроскопические и ультрамикроскопические изменения в условиях тяжелой степени общей дегидратации организма. Тяжелая степень общей дегидратации организма сопровождается уменьшением общего количества клеток в собственных железах желудка на 21,22 % ( $p < 0,0001$ ), а также количества главных экзокриноцитов на 1 железу на 19,43 % ( $p < 0,0001$ ) относительно группы контроля. В процентном значении от общего количества клеток в собственных железах желудка на 9 сутки эксперимента главные экзокриноциты составляют 37,66 %. Морфометрическим исследованием установлено уменьшение площади сечения цитоплазмы клеток на 37,73 % ( $p < 0,0001$ ), ядер – на 21,97 % ( $p = 0,0110$ ).

**Выводы.** Ультраструктурные трансформации главных экзокриноцитов являются признаками резкого снижения интенсивности синтетических процессов в данных клетках, а также нарушения не только синтеза секрета, но и процесса его вывода из цитоплазмы. Ультраструктурные изменения клеточных органелл главных экзокриноцитов собственных желез слизистой оболочки желудка являются результатом гипоксической альтерации и метаболических нарушений (как проявлений общей дегидратации) и имеют деструктивно-дистрофический с переходом в некробіотичний характер.

**Ключевые слова:**  
желудок,  
общая  
дегидратация,  
экзокриноциты.

**Запорожский  
медический  
журнал.** – 2018. –  
Т. 20, № 2(107). –  
С. 193–198

**Key words:**  
stomach,  
dehydration,  
exocrine cells.

Zaporozhye  
medical journal  
2018; 20 (2), 193–198

## Microscopic and ultramicroscopic changes of the gastric mucosa chief exocrinocytes under the influence of sublethal general dehydration of the organism

V. I. Hula, V. Z. Sikora, O. S. Yarmolenko, V. I. Bumeister, M. S. Pernakov, V. O. Boiko

The functional state of the gastric mucosa chief cells reflects the ability to break down proteins and fully absorb the substances which are vital for the body under the influence of severe general dehydration of the organism.

**The aim.** To reveal morphological and ultramicroscopic changes of the gastric fundus chief exocrinocytes of rats under the influence of sublethal general dehydration of organism.

**Materials and methods.** The influence of sublethal general dehydration was modeled on mature laboratory rats of the experimental series that was achieved on the 9th day of the experiment. During the experiment the animals were kept based on a complete waterless regime and fed dry granulated food. Samples for microscopic and ultramicroscopic studies were prepared according to generally accepted techniques. The results were evaluated using light microscope "Olympus" with a photographic registration of the morphological picture by a Baumer / optronic video camera. Type: CX05c and by electron microscope EM-125. Morphometric studies were carried out using the program "Digimizer".

**Results.** The average values of the cross-sectional area of the chief cells cytoplasm and nuclei, their microscopic and ultramicroscopic changes under influence of severe general dehydration of the organism were studied.

**Conclusions.** Severe general dehydration of the organism is accompanied by a decrease in the total number of the oxyntic cell in gastric glands by 21.22 % ( $P < 0.0001$ ) and in the number of chief exocrinocytes per one gland by 19.43 % ( $P < 0.0001$ ), relative to the control group. Percentage of the chief exocrinocytes in the gastric glands on the 9th day of the experiment is 37.66 %. A morphometric study has revealed a decrease in the cross-sectional area of the cells cytoplasm by 37.73 % ( $P < 0.0001$ ), of nuclei by 21.97 % ( $P = 0.0110$ ). Ultrastructural transformations of the chief exocrinocytes are signs of a sharp decrease in synthetic processes intensity in these cells, as well as a violation of not only the secret synthesis, but also the process of its secretion from the cytoplasm. The revealed ultrastructural changes in the cell organelles of the gastric fundic glands chief exocrinocytes are results of hypoxic alteration and metabolic disturbances (as general dehydration manifestations) and are destructive-dystrophic with the transformation into necrobiotic nature.

Патологія системи органів травлення у структурі поширеності серед усіх захворювань в Україні посідає третє місце [1,2]. Виявили, що дегідратаційні порушення мають вплив на структурні зміни шлунка як центрального органа шлунково-кишкового тракту [3–5]. Але морфологічні та ультрамікроскопічні зміни клітинного складу тканин шлунка за умов дегідратації до сьогодні не були достатньо досліджені та описані у фаховій літературі.

### Мета роботи

Виявити мікро- та ультрамікроскопічні зміни головних екзокриноцитів фундального відділу шлунка щурів за умов впливу загального зневоднення організму сублетального ступеня важкості.

### Матеріали і методи дослідження

Експериментальна робота є складовою частиною науково-дослідної теми кафедри морфології Сумського державного університету «Закономірності вікових і конституціональних морфологічних перетворень внутрішніх органів і кісткової системи за умов впливу ендо- та екзогенних чинників і шляхи їхньої корекції» (№ державної реєстрації 0013U001347) та фрагментом НДР МОН України «Морфофункціональний моніторинг стану органів і систем організму за умов порушення гомеостазу» (№ державної реєстрації 0109U008714).

Об'єкт дослідження – 12 лабораторних щурів-самців лінії Вістар зрілого віку (7–10 місяців), маса котрих становила від 150 до 190 г. Тварин одержали з віварію Інституту кардіології імені академіка М. Д. Стражеска НАМН України. До початку експерименту щурів утримували на звичайному харчовому раціоні в умовах, що відповідають Санітарним правилам створення, обладнання та

утримання експериментально-біологічних клінік (віваріїв) від 06.04.1973 р. з доповненням від 04.12.1978 р. до наказу МОЗ СРСР № 163 від 10.03.1966 року «Про добові норми харчування тварин і продуценти». Здійснення усіх експериментальних досліджень на тваринах відповідало вимогам Європейської конвенції з захисту хребетних тварин (Страсбург, 18.03.1986 р.), директивам Європейського парламенту та ради ЄС від 22.09.2010 р. і «Загальним етичним принципам експериментів на тваринах», що ухвалені Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001 р.). Дослідження схвалено комісією з біоетики медичного інституту Сумського державного університету (№ 5/3 від 18.09.2017 р.).

Контрольна серія тварин – 6 щурів, котрі на час експерименту були на звичайному питному раціоні.

На тваринах експериментальної серії (6 щурів) змодельована загальна дегідратація сублетального ступеня (за А. Д. Соболевою). Вміст загальної води в організмі тварин визначали за методом висушування тушки в сухожаровій шафі до постійної ваги. Сублетальною вважали втрату понад 10 % загальної вологості тіла щура, яку досягали повним обмеженням вживання води протягом 9 діб. Тварини отримували зневоднений гранульований комбікорм.

Виведення тварин з експерименту відповідало названому терміну та відбувалося шляхом евтаназії під ефірним наркозом. Забір матеріалу, його фіксацію та виготовлення зразків виконували за традиційними методиками [6].

Для вивчення клітинних компонентів шлунка гістологічні зрізи забарвлювали гематоксиліном та еозиніом і за ван Гізеном. Товщина зрізів для світлової мікроскопії становила 5–6 мкм. Для електронномікроскопічного дослідження брали шматочки фундального відділу шлунка розміром 1 мм<sup>3</sup>. Спочатку їх обробляли 24 години

у глютаральдегіді за Карновським, далі витримували в 1 % тетроксиді осмію за Паладе протягом 1 години [7]. Після цього виконували дегідратацію зразків в етанолі зростаючої концентрації з наступною заливкою матеріалу в суміш епоксидних смол (епон-аралдиту). Полімеризацію виконували протягом 36 годин за температури 60 °С. Напівтонкі (завтовшки 1–2 мкм) та ультратонкі (завтовшки 0,5–1,0 мкм) зрізи виробляли на ультратонкотомі УМТП-4. Напівтонкі зрізи забарвлювали 1 % метиленовим синім на 1 % тетрабораті натрію. Ультратонкі зрізи контрастували розчином уранілу ацетату та цитрату свинцю за Рейнольдсом. Візуально електронні мікрофотографії оцінювали на електронному мікроскопі EM-125 на базі Сумського державного університету за зростаючої напруги 75 кВ, використовуючи апаратно-програмне забезпечення, що складалось зі світлового мікроскопа «Olympus» із фотографічною реєстрацією морфологічної картини відеокамерою Vaumer/optronic. Тип: CX05c. Морфометричне дослідження виконали за допомогою програми «Digitizer».

Результати опрацювали з використанням пакета програми «AtteStat» для MS Excel. Для визначення вірогідності розбіжності експериментальних і контрольних даних використовували t-критерій Стьюдента, котрий визначали за допомогою програмного ресурсу Grahpad. Вірогідно вважали різницю при  $p < 0,05$ . Морфометричний аналіз включав визначення показників кількісного клітинного складу залоз, середньої площі перерізу клітин та їхніх ядер.

## Результати та їх обговорення

За умов сублетальної загальної дегідратації негативний водний баланс супроводжується послабленим харчуванням щурів, оскільки тварини часто відмовляються від вживання сухого корму. Отже, на 9 добу експерименту щури втрачають до 39,72 % ( $p < 0,01$ ) маси тіла щодо контрольної групи тварин. Схожі зміни маси тіла щурів під час використання цієї моделі загальної дегідратації отримала Т. Г. Мисляєва [11]. Крім того, важкий ступінь загального зневоднення супроводжується істотним зменшенням діурезу, котрий характеризується олігурією з переходом в анурію.

У роботах А. Д. Соболевої [10], Є. Б. Берхіна та Ю. І. Іванова [12], а також Т. Г. Мисляєвої [11] описано зміни кількості еритроцитів у бік їхнього збільшення за умов сублетальної загальної дегідратації, котрі дорівнювали  $(5,65 \pm 0,14) \cdot 10^{12}/л$  ( $p < 0,001$ ) щодо контролю –  $(4,6 \pm 0,14) \cdot 10^{12}/л$ . Об'єм циркулюючої крові (ОЦК) знижувався до рівня  $2,6 \pm 0,2$  мл ( $P < 0,1$  %) (в інтактних тварин ОЦК =  $4,5 \pm 0,4$  мл). Об'єм циркулюючої плазми (ОЦП) дорівнював менше ніж  $1,6 \pm 0,3$  мл ( $P < 0,1$  %) (контроль –  $2,6 \pm 0,2$ ). Об'єм циркулюючих еритроцитів становив менше ніж  $1,0 \pm 0,1$  мл ( $P < 0,1$  %) (контроль

$1,9 \pm 0,1$  мл). Т. І. Білінкіна визначила, що на 9 добу загальної дегідратації кількість  $Na^+$  у плазмі крові щурів дорівнює  $167,2 \pm 3,5$  ммоль/л ( $P < 0,1$  %) (контроль –  $149,0 \pm 3,0$  ммоль/л),  $K^+$  –  $6,3 \pm 0,3$  ммоль/л ( $P = 0,5$ ) (контроль –  $7,6 \pm 0,3$  ммоль/л), а кількість хлору у плазмі крові за умов важкого ступеня загальної дегідратації становить  $124,8 \pm 3,7$  ммоль/л ( $P < 0,1$  %) (контроль –  $83,0 \pm 2,8$  ммоль/л).

Відомо, що функція головних екзокриноцитів полягає в секреції пепсиногену та хімосину. За допомогою соляної кислоти профермент пепсиноген зазнає перетворення на пепсин у просвіті шлунка та розщеплює білки. За станом цих клітин можна робити висновки про здатність розщеплення та повноцінного засвоєння необхідних для організму речовин за умов загальної дегідратації важкого ступеня.

За умов сублетальної загальної дегідратації організму відбувається зменшення загальної кількості клітин у власних залозах шлунка на 21,22 % ( $p < 0,0001$ ), а також середньої кількості головних екзокриноцитів на 19,43 % ( $p < 0,0001$ ) на одну залозу щодо групи контролю (табл. 1). У відсотковому значенні від загальної кількості клітин у власних залозах шлунка на 9 добу загальної дегідратації головні екзокриноцити становлять 37,66 %, а в групі інтактних щурів – 36,82 %. Протягом морфометричного дослідження виявили зменшення розмірів головних клітин та їхніх ядер. Середня площа перерізу цитоплазми головних екзокриноцитів зменшується порівняно з контролем на 37,73 % ( $p < 0,0001$ ), ядер – на 21,97 % ( $p = 0,0110$ ).

Протягом ультрамикроскопічного дослідження головних екзокриноцитів на 9 добу загального зневоднення організму виявлено збільшення частоти появи «темних» форм головних клітин, що є функціонально неактивними. Ядра цих клітин мають неправильну округлу чи овальну форму, зміщені до центральних відділів клітин. Конттури ядерної оболонки нерівні. Хроматин конденсується в електронно-щільні глибоки. У фаховій літературі описані подібні зміни ядер клітин м'язових волокон язика за умов сублетальної загальної дегідратації організму [8].

Гранулярний ендоплазматичний ретикулум підвищеної осміофільності з електронно-темним вмістом, у деяких ділянках він зазнає редукції; відзначена фрагментація канальців і ділянки його лізису (рис. 1). Такий вигляд цієї органели може свідчити про порушення процесу синтезу та виведення синтезованих білкових продуктів.

Комплекс Гольджі гіпертрофований, але цистерни часто без видимого вмісту, іноді він набуває вигляду великих вакуолей. Такі трансформції можуть бути ознаками припинення функціонування цієї структури. Мітохондрії середніх розмірів, виглядають набряклими, мають округлу форму. Часто трапляються мітохондрії зі зруйнованою структурою

**Таблиця 1.** Зміни морфометричних показників головних екзокриноцитів слизової оболонки фундального відділу шлунка щурів за умов важкої загальної дегідратації організму

Групи тварин (по 6 щурів)	Загальна кількість клітин на 1 залозу (од.)	Кількість ГЕ на 1 залозу (од.)	Площа перерізу цитоплазми ГЕ (мкм)	Площа перерізу ядер ГЕ (мкм)
Контроль	$121,47 \pm 1,97$	$44,73 \pm 1,11$	$69,57 \pm 0,97$	$16,25 \pm 0,61$
Експеримент	$95,69 \pm 1,56$ $p < 0,0001$	$36,04 \pm 0,72$ $p < 0,0001$	$43,32 \pm 2,65$ $p < 0,0001$	$12,68 \pm 0,97$ $p = 0,0110$

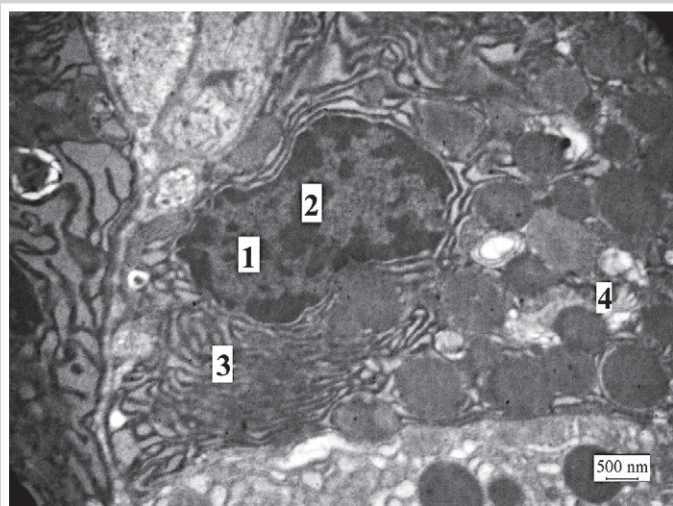


Рис. 1. Головна клітина слизової оболонки фундального відділу шлунка. Загальна дегідратація. 9 доба. Електронорама. 1: еухроматин; 2: гетерохроматин; 3: ендоплазматичний ретикулум; 4: комплекс Гольджі.

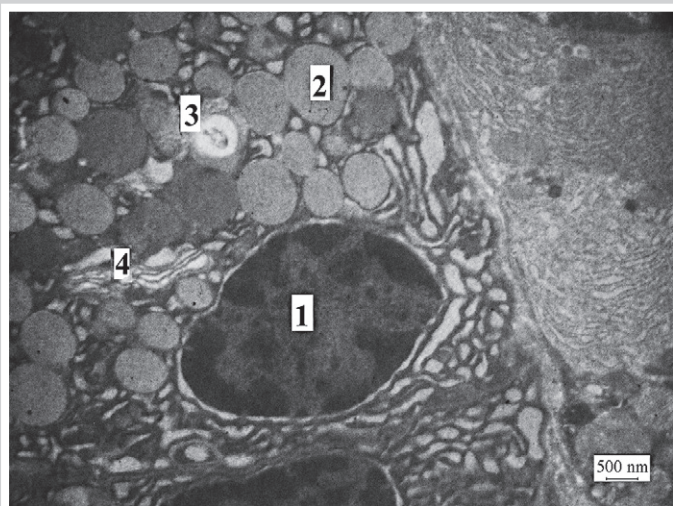


Рис. 2. Головна клітина слизової оболонки фундального відділу шлунка. Загальна дегідратація. 9 доба. 1: ядро; 2: секреторні гранули, котрі зливаються; 3: гранули, що зазнають редукції; 4: комплекс Гольджі.

зовнішньої мембрани та безструктурним вмістом на місці зруйнованих крист і просвітленнями матриксу, що свідчить про зниження процесів синтезу АТФ і порушення ефективності механізмів окисного фосфорилування. Гіпертрофія комплексу Гольджі, посилення осміофільності структур гранулярного ендоплазматичного ретикулума, ущільнення ядра та подібні деструктивні процеси в мітохондріях екзокриноцитів власних шлункових залоз виявлені іншими дослідниками і в умовах метаболічного ацидозу, що є одним із проявів патологічних змін всередині клітин за умов загальної дегідратації [9].

Спостерігається чимала кількість переважно зрілих секреторних гранул, котрі розташовані по всій поверхні цитоплазми, великих розмірів, округлої форми зі здатністю до злиття, деякі з них зазнають лізосомальної редукції (рис. 2). Найімовірніше, таке число зрілих гранул

на тлі потовщення та розрихлення цитоплазматичної мембрани показує пригнічення процесу синтезу, порушення виведення секрету із цитоплазми.

Отже, є низка доказів [10,11], що за умов загальної дегідратації відбувається зменшення надходження води в організм і зниження її кількості у кровоносних судинах. Це сприяє зростанню осмоляльності плазми крові й переходу води з інтерстиційного простору в судини за законами осмосу. Досліджено, що зростання осмотичного тиску інтерстицію посилює дифузцію води з клітин у міжклітинний простір [12]. Це дає можливість вважати, що у клітинах зростає концентрація електролітів, призводячи до порушень структури гідратних оболонок білкових молекул, зменшення розчинності білків і порушення їхніх функцій. Зневоднення клітин характеризується зменшенням їхнього об'єму й активної поверхні клітинних мембран. Інші вчені погоджуються, що патологія плазматичних мембран за умов дегідратації призводить до порушень міжклітинних взаємодій, сприйняття регуляторних сигналів, міграції тощо [13].

У фаховій літературі описані дані щодо зменшення надходження води в судинне річище, котре проковує гіповолемію, призводить до згущення крові та проявляється численними стазами в судинах мікроциркуляторного річища [17]. Це дає можливість вважати, що наслідком названих змін є зменшення надходження кисню, глюкози та поживних речовин у клітини, а також порушення виведення з них вуглекислого газу та кінцевих метаболітів. Ці дані узгоджуються з думкою K. Bakes, S. C. Singhi et al. про розвиток ішемічних змін у клітинах із наростанням метаболічного ацидозу [14, 15]. Ці дослідники також підтримують гіпотезу щодо порушення енергозалежних процесів синтезу білка, транспорту речовин, роботи мембранних насосів клітин, активації лізосомальних ферментів та їхнього виходу в цитоплазму на тлі метаболічного ацидозу. Наслідками виходу лізосомальних ферментів можуть стати лізис клітинних органел із порушенням їхніх функцій.

Виявили, що за умов сублетальної загальної дегідратації значних трансформацій зазнають мітохондрії. Це відповідає результатам інших вчених, які отримані протягом ультрамікроскопічного вивчення тканин язика щурів за таких умов [8]. Досліджено, що мітохондріальна дисфункція призводить до роз'єднання процесів окиснення, фосфорилування та порушення внутрішньоклітинної біоенергетики поряд зі зниженням синтетичних і репаративних процесів у клітинах печінки щурів за умов виразкових уражень шлунка [16]. Це дає змогу висунути припущення щодо впливу мітохондріальної дисфункції на процеси синтезу пепсиногену, механізми репарації та в головних екзокриноцитах слизової оболонки фундального відділу шлунка за умов сублетальної загальної дегідратації організму.

Вплив сублетального загального зневоднення організму виражається в розвитку деструктивно-дистрофічних трансформацій клітинного складу власних залоз шлунка з їхнім переходом у некробіотичні. Такі зміни головних екзокриноцитів можуть свідчити про порушення їх функціонування та зниження активності процесів розщеплення білків і повноцінного засвоєння харчових продуктів за умов важкого ступеня загального зневоднення організму.

## Висновки

1. Важкий ступінь загальної дегідратації організму супроводжується зменшенням кількості головних екзокриноцитів у власних залозах шлунка. Протягом морфометричного дослідження виявлено зменшення розмірів клітин та їхніх ядер.

2. Ультраструктурні трансформації головних екзокриноцитів є ознаками різкого зниження інтенсивності синтетичних процесів у цих клітинах.

3. Чимала кількість секреторних гранул на тлі потовщення та розрихлення цитоплазматичної мембрани свідчить про порушення процесу виведення секрету із цитоплазми.

4. Виявлені ультраструктурні зміни клітинних органел головних екзокриноцитів власних залоз шлунка є наслідками гіпоксичної альтерації та метаболічних порушень як проявів загальної дегідратації та мають характер деструктивно-дистрофічних із переходом у некробіотичні трансформації.

**Перспективи подальших досліджень.** Планується вивчення змін усіх компонентів клітинного складу залоз слизової оболонки фундального відділу шлунка та його ультраструктурних змін у щурів за умов загального зневоднення організму.

## Список літератури

- [1] Дудник С.В. Тенденції стану здоров'я населення України / С.В. Дудник, І.І. Кошеля // Україна. Здоров'я нації. – 2016. – №4. – С. 67–77.
- [2] Щорічна доповідь про стан здоров'я населення, санітарно-епідемічну ситуацію та результати діяльності системи охорони здоров'я України. 2015 рік / упоряд. та гол. ред. В.В. Шафранський. – К.: МОЗ України, ДУ «УІСД МОЗ УКРАЇНИ», 2016. – 452 с.
- [3] Микроскопические изменения органов крыс в условиях общей дегидратации организма / О.А. Приходько, В.И. Гулая, О.С. Яромленко и др. // *Azerbaijan Medical Journal*. ATJ. – 2016. – №4. – P. 95–100.
- [4] Гула В.І. Структурна перебудова фундального відділу шлунку щурів за умов клітинного зневоднення організму / В.І. Гула // Журнал клінічних та експериментальних медичних досліджень. – 2016. – Т. 4. – №4. – С. 537–545.
- [5] Гула В.І. Гістоморфометричний аналіз змін стінки шлунку за умов загальної дегідратації організму / В.І. Гула, В.З. Сікора // *Morphologia*. – 2016. – Т. 10. – №4. – С. 23–28.
- [6] Меркулов Г.А. Курс патогистологической техники / Г.А. Меркулов. – Л.: Медицина, 1969. – 422 с.
- [7] *Electron microscopy: methods and protocols* / J. Kuo (Ed.) // *Methods in molecular biology*. – 2nd ed. – Totowa: Humana Press Inc, 2007. – 608 p.
- [8] Давидова Л.М. Ультраморфологічна перебудова м'язових волокон язика щурів при дегідративних порушеннях організму / Л.М. Давидова, Д.В. Муравський, О.С. Максимова // Актуальні питання теоретичної та практичної медицини: збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції студентів та молодих вчених (м. Суми, 21–22 квітня 2016 р.). – Суми: Вид-во СумДУ, 2016. – Т. 1. – С. 27–28.
- [9] Бочкарникова Н.В. Структурная организация желудка при метаболическом ацидозе / Н.В. Бочкарникова, Е.В. Альфонсова // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – №6. – 680 с.
- [10] Соболева А.Д. Реакция клеток и тканей на обезвоживание / А.Д. Соболева. – М.: Наука, 1975. – 68 с.
- [11] Патологическая физиология обезвоживания организма: сб. науч. тр. / Центр. ин-т усовершенств. врачей; под ред. Т.Г. Мыслевой. – М.: ЦОЛИУБ, 1981. – 127 с.
- [12] Берхин Е.Б. Методы экспериментального исследования почек и водно-солевого обмена / Е.Б. Берхин, Ю.И. Иванов. – Барнаул: Алтайское кн.изд., 1972. – 199 с.
- [13] Сучасні уявлення про водно-солевий обмін (огляд літератури та методи власних досліджень) / М.В. Погорелов, В.І. Бумейстер, Г.Ф. Ткач та ін. // Вісник проблем біології та медицини. – 2009. – №2. – С. 8–14.
- [14] Effect of Volume of Fluid Resuscitation on Metabolic Normalization in Children Presenting in Diabetic Ketoacidosis: A Randomized Controlled Trial / K. Bakes, S. Haukoos, J. Deakne, et al. // *The Journal of Emergency Medicine*. – 2016. – Vol. 50. – №4. – P. 551–9.

- [15] Singhi S.C. Management of a child with vomiting / S.C. Singhi, R. Shah, A. Bansal, et al. // *Indian J Pediatr*. – 2013. – Vol. 80. – №4. – P. 318–25.
- [16] Структурно-функціональний стан мітохондрій печінки щурів за умов виразкових уражень шлунка / К.О. Дворщенко, У.В. Савко, С.Є. Вакал та ін. // *Фізика живого*. – 2008. – Т. 16. – №2. – С. 112–115.
- [17] Water deprivation and the double depletion hypothesis: common neural mechanisms underlie thirst and salt appetite / Jr.L.A. De Luca, R.C. Vendramini, D.T. Pereira et al. // *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. – 2007. – №40. – P. 707–712.

## References

- [1] Dudnyk, S. V., & Koshelia, I. I. (2016). Tendentsii stanu zdorovia naseleennia Ukrainy [Health state tendencies of population in Ukraine]. *Ukraina. Zdorovia natsii*, 4, 67–77. [in Ukrainian].
- [2] Shafranskiy, V. V. (Ed.) (2016). Shchorichna dopovid pro stan zdorovia naseleennia, sanitarno-epidemichnu sytuatsiu ta rezultaty diialnosti systemy okhorony zdorovia Ukrainy, 2015 rik [Annual report of the health status of the population, the sanitary and epidemiological situation and the results of the health care system of Ukraine. 2015 year]. Kyiv. [in Ukrainian].
- [3] Prykhodko, O. O., Hula, V. I., Yarmolenko, O. S., Pernakov, M. S., Sulim, L. G., Bumeister, V. I., et al. (2016). Mikroskopieskie izmeneniya organov krysa v usloviyakh obshhej degidratsii organizma [Microscopic changes in rat organs under conditions of total dehydration]. *Azerbaijan Medical Journal (ATJ)*, 4, 95–100. [in Russian].
- [4] Hula, V. I. (2016). Strukturna perebudova fundalnogo viddilul shlunku shchuriv za umov klitynnoho znevodnennia orhanizmu [Structural alteration of rats' stomach fundus under condition of intracellular dehydration of the body]. *Zhurnal klinichnykh ta eksperymentalnykh medychnykh doslidzhen*, 4(4), 537–545. [in Ukrainian].
- [5] Hula, V. I., & Sikora, V. Z. (2016). Histomorfometrychnyi analiz zmin stinky shlunku za umov zahalnoi dehidratsii orhanizmu [Histomorphometric analysis of stomach walls alternation under conditions of general body dehydration]. *Morphologia*, 10(4), 23–28. [in Ukrainian].
- [6] Merkulov, G. A. (1969). *Kurs patogistologicheskoi tekhniki [Course of pathohistological technique]*. Leningrad: Medicina. [in Russian].
- [7] Kuo, J. (Ed.) (2007) *Electron microscopy: methods and protocols. Methods in molecular biology*. Totowa: Humana Press Inc. Publ.
- [8] Davydova, L. M., Muravskiy, D. V., & Maksymova, O. S. (2016) Ultramorfolohichna perebudova miazovykh volokon yazyka shchuriv pry dehidratsiynykh porushenniakh orhanizmu [Ultramorphological reconstruction of muscle fibers of the tongue rats with dehydration disorders of the body]. *Aktualni pytannia teoretychnoi ta praktychnoi medytsyny*. (Vol. 1). (P. 27–28). Sumy [in Ukrainian].
- [9] Bochkarnikova, N. V., & Alfonsova, E. V. (2013) Strukturnaya organizatsiya zheludka pri metabolicheskom acidoze [The structural organization of gaster in metabolic acidosis]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 6, 680. [in Russian].
- [10] Soboleva, A. D. (1975) *Reakciya kletok i tkanej na obezvozhivanie [Reaction of cells and tissues to dehydration]*. Moscow: Nauka. [in Russian].
- [11] Myslyayeva, T. G. (Ed.) (1981) *Patofiziologiya obezvozhivaniya organizma [Pathophysiology of dehydration of an organism]*. Moscow [in Russian].
- [12] Berkhin, E. B., & Ivanov, Yu. I. (1972) *Metody eksperimental'nogo issledovaniya pochek i vodno-solevogo obmena [Methods of experimental study of kidneys and water-salt metabolism]*. Barnaul. [in Russian].
- [13] Pogorelov, M. V., Bumeyster, V. I., Tkach, G. F., Bolotna, I. V., & Bonchev, S. D. (2009) Suchasni uviavlennia pro vodno-solovyi obmin (ohlid literatury ta metody vlasnykh doslidzhen) [Modern imagines about aqua-mineral balans (literature review and methods of proper reserches)]. *Visnyk problem biologii ta medytsyny*, 2, 8–14. [in Ukrainian].
- [14] Bakes, K., Haukoos, J. S., Deakne, J. S., Hopkins, E., Easter, J., McFann, K., et al. (2016) Effect of Volume of Fluid Resuscitation on Metabolic Normalization in Children Presenting in Diabetic Ketoacidosis: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Emergency Medicine*, 50(4), 551–9. doi: 10.1016/j.jemermed.2015.12.003.
- [15] Singhi, S. C., Shah R., Bansal A., & Jayashree M. (2013) Management of a child with vomiting. *Indian J Pediatr*, 80(4), 318–25. doi: 10.1007/s12098-012-0959-6.
- [16] Dvorshchenko, K. O., Savko, U. V., Vakal, S. Ye., Todor, I. M., & Ostapchenko, L. I. (2008) Strukturno-funktsionalnyi stan mitokhondrii pechinky shchuriv za umov vyrazkovykh urazhen shlunka [Structural-functional state of rats liver's mitochondrias under conditions of gastric ulcer]. *Fizyka zhyvoho*, 16(2), 112–115. [in Ukrainian].
- [17] De Luca, Jr. L. A., Vendramini, R. C., Pereira D. T., Colombari, D. A., David, R. B., de Paula, P. M., et al. (2007) Water deprivation and the double depletion hypothesis: common neural mechanisms underlie thirst and salt appetite. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 40, 707–712.

**Відомості про авторів:**

Гула В. І., аспірант каф. морфології медичного інституту, Сумський державний університет, Україна.  
Сікора В. З., д-р мед. наук, професор каф. морфології медичного інституту, Сумський державний університет, Україна.  
Ярмоленко О. С., канд. мед. наук, асистент каф. морфології медичного інституту, Сумський державний університет, Україна.  
Бумейстер В. І., д-р біол. наук, професор, зав. каф. морфології медичного інституту, Сумський державний університет, Україна.  
Пернаков М. С., асистент каф. морфології медичного інституту, Сумський державний університет, Україна.  
Бойко В. О., канд. мед. наук, асистент каф. морфології медичного інституту, Сумський державний університет, Україна.

**Сведения об авторах:**

Гулая В. И., аспирант каф. морфологии медицинского института, Сумский государственный университет, Украина.  
Сикора В. З., д-р мед. наук, профессор каф. морфологии медицинского института, Сумский государственный университет, Украина.  
Ярмоленко О. С., канд. мед. наук, ассистент каф. морфологии медицинского института, Сумский государственный университет, Украина.  
Бумейстер В. И., д-р биол. наук, профессор, зав. каф. морфологии медицинского института, Сумский государственный университет, Украина.  
Пернаков Н. С., ассистент каф. морфологии медицинского института, Сумской государственный университет, Украина.  
Бойко В. А., канд. мед. наук, ассистент каф. морфологии медицинского института, Сумский государственный университет, Украина.

**Information about authors:**

Hula V. I., MD, Postgraduate Student, Department of Morphology, Sumy State University, Ukraine.  
Sikora V. Z., MD, PhD, DSc, Professor, Department of Morphology, Sumy State University, Ukraine.  
Yarmolenko O. S., MD, PhD, Assistant, Department of Morphology, Sumy State University, Ukraine.  
Bumeister V. I., PhD, DSc (Biology), Professor, Head of the Department of Morphology, Sumy State University, Ukraine.  
Pernakov M. S., MD, Assistant, Department of Morphology, Sumy State University, Ukraine.  
Boiko V. O., MD, PhD, Assistant, Department of Morphology, Sumy State University, Ukraine.

---

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

**Conflicts of Interest:** authors have no conflict of interest to declare.

---

Надійшла до редакції / Received: 21.09.2017

Після доопрацювання / Revised: 27.09.2017

Прийнято до друку / Accepted: 31.10.2017