

СТРУКТУРНО-МЕТАБОЛІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ШКІРИ В УМОВАХ ЙОДОДЕФІЦИТУ**В.О. Гончарук, О.Г. Попадинець***Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна*

Ключові слова: йододєфіцит, шкіра, морфофункціональні зміни, вікові особливості, експериментальні щури.

Буковинський медичний вісник. 2024. Т. 28, № 4 (112). С. 34-41.

DOI: 10.24061/2413-0737.28.4.112.2024.6

E-mail:
oropadynets@ifnmu.edu.ua



Резюме. Вступ. За даними ВООЗ, патологічні стани, які зумовлені недостатністю йоду, посідають третє місце серед найбільш розповсюджених неінфекційних захворювань людини. Йододєфіцит може розвиватися незалежно від віку та статі, хоча є взаємозв'язок із географічним місцем проживання, харчовими звичками. Дефіцит йоду порушує синтез тиреоїдних гормонів і, як наслідок, розвивається метаболічний дисбаланс із структурними змінами в організмі. Шкіра, як орган-мішень тиреоїдних гормонів, зазнає морфофункціональних змін, які мають етапність розвитку. Однак обмаль даних наукової літератури щодо комплексного вивчення шкіри в умовах йододєфіциту із морфометричним аналізом у віковому аспекті та залежності від локалізації.

Мета дослідження – прослідкувати морфофункціональні зміни в тонкій та товстій шкірі в динаміці розвитку йододєфіциту в постнатальному онтогенезі.

Матеріал і методи. Експеримент виконано на 50 білих безпородних щурах-самцях (по 25 тварин статевонезрілого (3-5 місяців) та статевозрілого (6-8 місяців) віку). По 11 тварин обидвох вікових груп становили 1-шу групу (контроль), по 14 тварин увійшли до другої та третьої дослідних груп із змодельованим йододєфіцитом і забором матеріалу на 60-ту та 90-ту доби експерименту. Матеріал дослідження – депільована шкіра спинки, метатарсальних подушечок, їх гомогенат, кров, сеча. Проведено морфологічне, морфометричне, біохімічне дослідження із статистичною обробкою даних.

Результати дослідження. В умовах йододєфіциту розвиваються набряково-дистрофічні зміни в епідермісі та дермі, які прогресують до 90-ї доби експерименту. При з'ясуванні динаміки цих змін у віковому аспекті та із врахуванням топографічної приналежності встановлено певні особливості. Зокрема, стоншення епідермісу більш виражене в статевонезрілих тварин у шкірі метатарсальних подушечок і становить близько 92% ($p < 0,001$) вікової норми, а потовщення дерми тут перевищує контрольний показник на 5,4% ($p < 0,001$). Такі морфометричні параметри зумовлені зміною об'ємної щільності колагенових та еластичних волокон, що, у свою чергу, впливає на стан залоз шкіри. Поряд із цим, змінюється кровопостачання, оскільки морфофункціональних змін зазнає і вазальний компонент.

Висновок. Тиреоїдний дисбаланс, зумовлений дефіцитом йоду, супроводжується порушенням метаболічних процесів в організмі загалом та у складових шкіри, зокрема, не залежно від віку та локалізації і з тенденцією до прогресування морфологічних змін із збільшенням тривалості йододєфіцитного стану.

STRUCTURE AND METABOLISM OF THE SKIN IN IODINE DEFICIENCY**Honcharuk V.O., Popadynets O.H.**

Key words: iodine deficiency, skin, morpho-functional changes, age-related characteristics, experimental rats.

Bukovinian Medical Herald. 2024. V. 28, № 4 (112). P. 34-41.

Resume. Introduction. According to the World Health Organization, conditions caused by iodine deficiency rank third among the most prevalent non-communicable human diseases. Iodine deficiency occurs regardless of age and gender, although it is attributed to geographic location and dietary habits. Iodine deficiency disrupts thyroid hormone synthesis, resulting in a metabolic imbalance with structural changes in the body. As a target organ for thyroid hormones, the skin undergoes morpho-functional changes in a sequential developmental pattern. However, scientific evidence on a comprehensive study of skin in iodine deficiency, including morphometric analysis from an age-dependent and localized perspective, remains

limited. This study aimed to address this gap.

The aim of the study is to track morpho-functional changes in thin and thick skin throughout the development of iodine deficiency in postnatal ontogenesis.

Material and Methods. The experiment was conducted on 50 white non-pedigree rats, including 25 sexually immature animals (3-5 months old) and 25 sexually mature animals (6-8 months old). Eleven animals from each age group constituted the control group (Group 1). In contrast, 14 animals from each age group were allocated to the experimental groups (Groups 2 and 3) and exposed to iodine deficiency. Tissue samples were collected on days 60 and 90 of the experiment. The research material included depilated skin from the back and metatarsal pads, their homogenates, and blood and urine samples. Morphological, morphometric, and biochemical analyses were conducted using statistical data processing.

Results. In iodine deficiency, edematous-dystrophic changes developed in the epidermis and dermis, progressing to day 90 of the experiment. Specific features were identified by examining the dynamics of these changes from an age-related perspective and considering their topographic location. The thinning of the epidermis was more pronounced in immature animals in the metatarsal pad skin, being approximately 92% of the age norm ($p < 0.001$) and the dermal thickening in this area exceeded the control value by 5.4% ($p < 0.001$). These morphometric parameters were due to changes in the volumetric density of collagen and elastic fibers affecting the skin glands. Alongside these changes, the blood supply was also altered as the vascular component underwent morpho-functional changes.

Conclusion. Thyroid imbalance caused by iodine deficiency is associated with disruptions in metabolic processes throughout the body, specifically within the skin. These changes occur regardless of age and location and tend to progress with the duration of iodine deficiency.

Вступ. Близько 2 мільярдів людей в усьому світі зазнають йододефіциту, 50 мільйонів мають симптоми [1]. Цей мікроелемент є складовим компонентом гормонів щитоподібної залози (T_3 , T_4), які є ключовими регуляторами гомеостазу шкіри [2, 3, 4, 5]. Досліджено, що в пацієнтів із середньотяжким та тяжким клінічним перебігом дерматозу є порушення гіпофізарно-тиреїдної системи, що пов'язано із проживанням в умовах недостатності йоду [6]. Шкіра, як орган-мішень тиреоїдних гормонів, зазнає морфологічних змін, які мають етапність розвитку [2, 7]. Однак обмаль даних наукової літератури щодо комплексного вивчення шкіри в умовах йододефіциту із морфометричним аналізом у віковому аспекті та залежності від локалізації.

Мета дослідження – прослідкувати морфологічні зміни в тонкій та товстій шкірі в динаміці розвитку йододефіциту в постнатальному онтогенезі.

Матеріал і методи. Шматочки шкіри, взяті із попередньо епільованої міжлопаткової ділянки спини та вентральної поверхні кінцівок (метатарсальні подушечки), їх гомогенат, кров, сеча. Стан йододефіциту змодельовано згідно з методикою [8]. Усі маніпуляції проводилися з ретельним дотриманням правил гуманного поводження з тваринами. Експеримент виконано на 50 білих безпородних щурах-самцях (по 25 тварин статево незрілого (3-5 місяців) та статево зрілого (6-8 місяців) віку). По 11 тварин обидвох вікових груп становили 1-шу групу (контроль), по 14 тварин увійшли до другої та третьої дослідних груп із змодельованим йододефіцитом і забором матеріалу на

60-ту та 90-ту доби експерименту. Проведено морфологічне (світлооптичне та ультраструктурне), морфометричне, біохімічне дослідження із статистичною обробкою даних [9].

Результати дослідження та їх обговорення. Тиреоїдний статус статево незрілих тварин 1-ї групи: ТТГ $0,10 \pm 0,01$ мкМО/мл ($p < 0,01$), T_3 $3,64 \pm 0,13$ нмоль/л ($p < 0,01$), T_4 $74,59 \pm 2,51$ нмоль/л ($p < 0,01$); у статево зрілих – $0,08 \pm 0,00$ мкМО/мл ($p < 0,01$), $2,17 \pm 0,13$ нмоль/л ($p < 0,001$), $55,90 \pm 2,67$ нмоль/л ($p < 0,01$), відповідно. Вміст холестерину в умовах вікової норми становить: у статево незрілих щурів $1,61 \pm 0,07$ ммоль/л ($p < 0,01$), у статево зрілих – $1,36 \pm 0,05$ ммоль/л ($p < 0,01$). Йодурія у статево незрілих тварин 1-ї групи становить $96,69 \pm 4,74$ мкг/л, у статево зрілих тварин – $99,07 \pm 4,93$ мкг/л ($p < 0,01$). Вміст оксипроліну у гомогенаті шкіри тварин 1-ї групи становить: у статево незрілих – $69,79 \pm 2,53$ мкмоль/л ($p < 0,01$), у статево зрілих – $68,08 \pm 3,13$ мкмоль/л ($p < 0,01$). Вміст еластази в гомогенаті шкіри тварин 1-ї групи становить: у статево незрілих – $0,03 \pm 0,00$ мг/л ($p < 0,001$), у статево зрілих – $0,03 \pm 0,00$ мг/л.

Динаміку зміни об'ємної щільності колагенових та еластичних волокон у шкірі спинки та метатарсальних подушечок тварин статево незрілого та статево зрілого віку продемонстровано на рис. 1, 2, 3, 4.

Ширина кінцевих секреторних відділів сальних залоз у статево незрілих тварин 1-ї групи на 4-му та 5-му місяці становить $49,88 \pm 1,61$ мкм ($p < 0,001$) та $51,49 \pm 1,64$ мкм ($p < 0,001$), у статево зрілих на 7-му та 8-му місяці – $58,09 \pm 4,32$ мкм ($p < 0,001$) та $59,73 \pm 2,24$ мкм ($p < 0,01$).

Ширина кінцевих секреторних відділів потових

Оригінальні дослідження

залоз у статевонезрілих тварин 1-ї групи на 4-му та 5-му місяцях становить $32,90 \pm 4,04$ мкм ($p < 0,001$) та $33,12 \pm 1,16$ мкм ($p < 0,001$), у статевозрілих на 7-му та 8-му місяцях – $33,40 \pm 3,03$ мкм ($p < 0,001$) та $33,51 \pm 3,34$ ($p < 0,001$) відповідно.

Індекс дегрануляції мастоцитів у шкірі спинки тварин 1-ї групи на 4-му та 5-му місяцях становить $0,16 \pm 0,01$ ($p < 0,001$), на 7-му та 8-му місяцях – $0,14 \pm 0,01$ ($p < 0,001$).

Індекс дегрануляції мастоцитів у шкірі метатарсальних подушечок тварин 1-ї групи на 4-му та 5-му місяцях становить $0,19 \pm 0,02$ ($p < 0,001$), на 7-му та 8-му місяцях – $0,19 \pm 0,02$ та $0,17 \pm 0,02$.

Динаміку зміни параметрів гемокапілярів шкіри спинки та метатарсальних подушечок тварин статевонезрілого та статевозрілого віку продемонстровано на рис. 5, 6.

Тиреоїдний статус статевонезрілих тварин 2-ї групи: ТТГ $0,17 \pm 0,01$ мкМО/мл ($p < 0,01$), Т₃ $3,56 \pm 0,26$ нмоль/л ($p < 0,001$), Т₄ $76,74 \pm 5,84$ нмоль/л ($p < 0,01$); у статевозрілих – $0,12 \pm 0,01$ мкМО/мл ($p < 0,01$), $2,98 \pm 0,26$ нмоль/л ($p < 0,01$), $67,39 \pm 4,67$ нмоль/л ($p < 0,01$), відповідно. Вміст холестерину на 60-ту добу експерименту становить: у статевонезрілих щурів $1,66 \pm 0,17$ ммоль/л ($p < 0,01$), у статевозрілих – $1,40 \pm 0,12$ ммоль/л ($p < 0,01$). Йодурія у статевонезрілих тварин

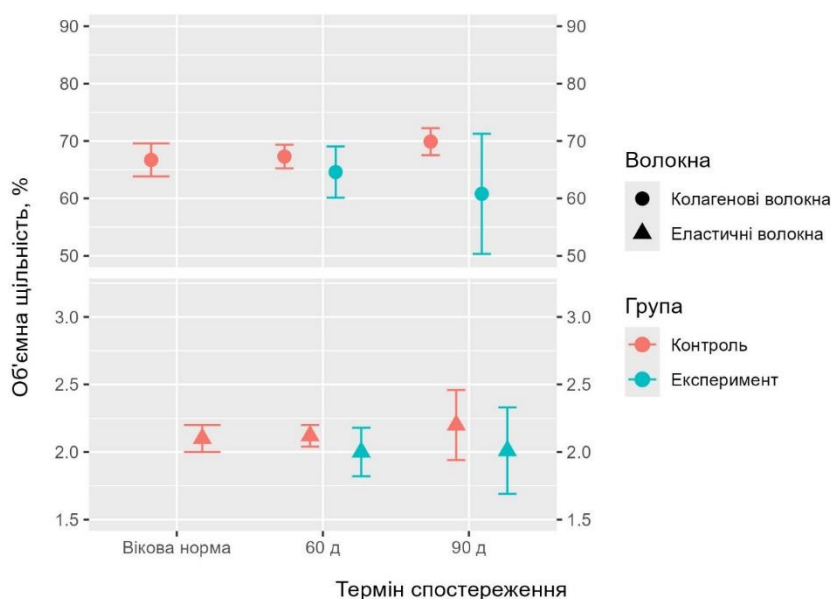


Рис. 1. Динаміка зміни об'ємної щільності колагенових та еластичних волокон у шкірі спинки статевонезрілих тварин на етапах експерименту

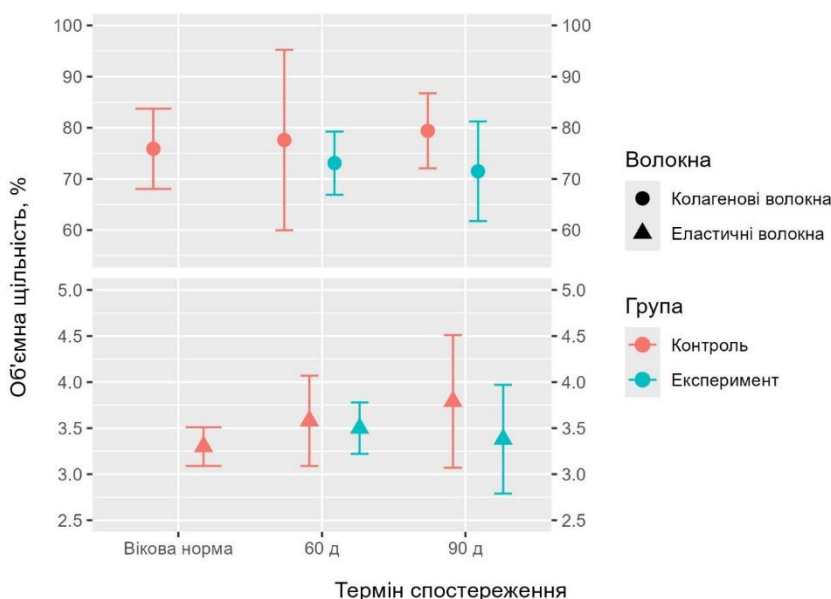


Рис. 2. Динаміка зміни об'ємної щільності колагенових та еластичних волокон у шкірі метатарсальних подушечок статевонезрілих тварин на етапах експерименту

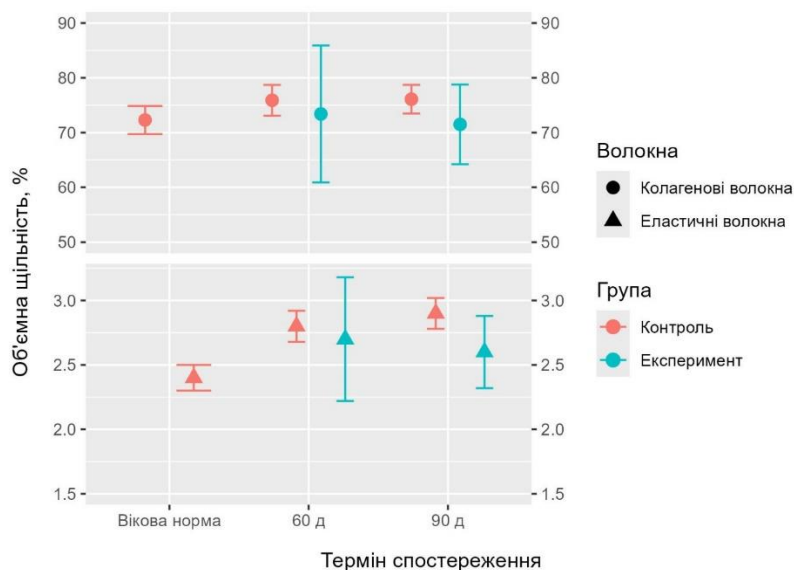


Рис. 3. Динаміка зміни об'ємної щільності колагенових та еластичних волокон у шкірі спинки статевозрілих тварин на етапах експерименту

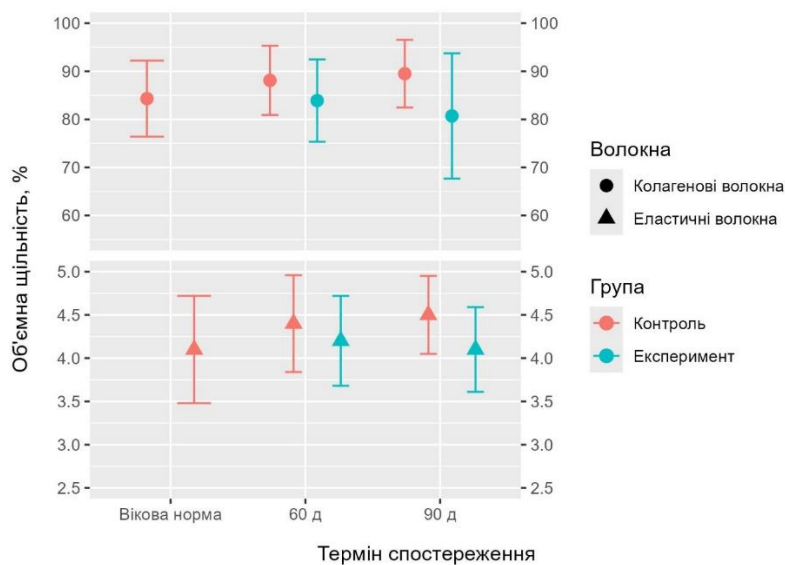


Рис. 4. Динаміка зміни об'ємної щільності колагенових та еластичних волокон у шкірі метатарсальних подушечок статевозрілих тварин на етапах експерименту

цієї дослідної групи становить $2,71 \pm 0,20$ мкг/л, у статевозрілих тварин – $3,80 \pm 0,37$ мкг/л ($p < 0,01$).

У гістопрепаратах помітні пласти десквамованого роз'єднаного шару, в епідермісі порушена чіткість стратифікації. Волокнистий компонент та основна речовина дерми набрякли. Пілосебацеозний комплекс та потові залози оточені локусами оптичного просвітлення (рис. 7). При ультраструктурному аналізі в цитоплазмі кератиноцитів є розширені мембранні органели. У фібробластах ядра з інвагінаціями нуклеолеми, мітохондрії округлі, їх матрикс просвітлений. Люменальна поверхня ендотеліоцитів гемокапілярів утворює випини у просвіт судин, базальна мембрана розширена (рис. 8). Гістологічна

картина стану шкіри спинки та лапок у тварин 2-ї групи підтверджується результатами морфометричного аналізу. Так, епідерміс спинки у статевонезрілих тварин стоншується на 2,4% ($p < 0,001$), тоді як у статевозрілих тварин – на 0,4% ($p < 0,001$). ($p < 0,001$). Епідерміс і дерма метатарсальних подушечок у статевонезрілих тварин незначно потовщується – на 1,2% ($p < 0,001$) та 1,7% відповідно ($p < 0,05$), а у статевозрілих на 1,1% ($p < 0,001$) стоншується порівняно з віковою нормою, як і дерма – на 2,3% ($p < 0,01$). Структурні перетворення в дермі супроводжуються зміною показників об'ємної щільності колагенових та еластичних волокон (рис. 1-4). Вміст оксипроліну в гомогенаті шкіри тварин 2-ї групи

Оригінальні дослідження

становить: у статевонезрілих – $71,75 \pm 5,59$ мкмоль/л ($p < 0,01$), у статевозрілих – $68,06 \pm 4,63$ мкмоль/л ($p < 0,01$). Вміст еластази в гомогенаті шкіри тварин 2-ї групи становить: у статевонезрілих та статевозрілих – $0,03 \pm 0,00$ мг/л ($p < 0,01$). Ширина кінцевих секреторних відділів сальних залоз у статевонезрілих тварин 2-ї групи на 4-му місяці становить $48,17 \pm 3,97$ мкм ($p < 0,001$), у статевозрілих на 7-му місяці – $56,40 \pm 5,95$ мкм ($p < 0,01$). Ширина кінцевих секреторних відділів потових залоз у статевонезрілих тварин 2-ї групи на 4-му місяці становить $32,42 \pm 1,08$ мкм ($p < 0,001$), у статевозрілих на 7-му місяці – $33,31 \pm 6,07$ мкм ($p < 0,05$). Індекс дегрануляції мастоцитів у шкірі спинки тварин 2-ї групи на 4-му місяці становить $0,18 \pm 0,03$ ($p < 0,001$), на 7-му місяці – $0,15 \pm 0,01$ ($p < 0,001$). Індекс дегрануляції мастоцитів у шкірі метатарсальних подушечок тварин 2-ї групи на 4-му місяці становить $0,20 \pm 0,01$ ($p < 0,001$), на 7-му місяці – $0,18 \pm 0,02$ ($p < 0,001$). Зміни параметрів мікросудин у тварин 2-ї групи продемонстровано на рис. 5, 6.

Тиреоїдний статус статевонезрілих тварин 3-ї

групи: ТТГ $0,16 \pm 0,01$ мкМО/мл ($p < 0,01$), Т₃ $3,49 \pm 0,37$ нмоль/л ($p < 0,01$), Т₄ $52,32 \pm 5,47$ нмоль/л ($p < 0,01$); у статевозрілих – $0,23 \pm 0,02$ мкМО/мл ($p < 0,01$), $2,36 \pm 0,16$ нмоль/л ($p < 0,01$), $54,51 \pm 3,64$ нмоль/л ($p < 0,01$), відповідно. Вміст холестерину на 90-ту добу експерименту становить: у статевонезрілих шурів $1,68 \pm 0,11$ ммоль/л ($p < 0,01$), у статевозрілих – $1,42 \pm 0,12$ ммоль/л ($p < 0,001$). Йодурія у статевонезрілих тварин цієї дослідної групи становить $1,8 \pm 0,12$ мкг/л, у статевозрілих тварин – $2,33 \pm 0,21$ мкг/л ($p < 0,01$).

У шкірі дистрофічно-набрякові зміни прогресують, що проявляється на світлооптичному та ультраструктурному рівнях (рис. 9, 10). Порушена структурованість епідермісу, пучки колагенових волокон дерми набряклі. Сальні та потові залози знаходяться в едемагнотному оточенні. У мікросудинах виявляються явища стазу, сладжу. У фібробластах активований синтетичний апарат. Мастоцити заповнені різнокаліберними гранулами різної електронної щільності.

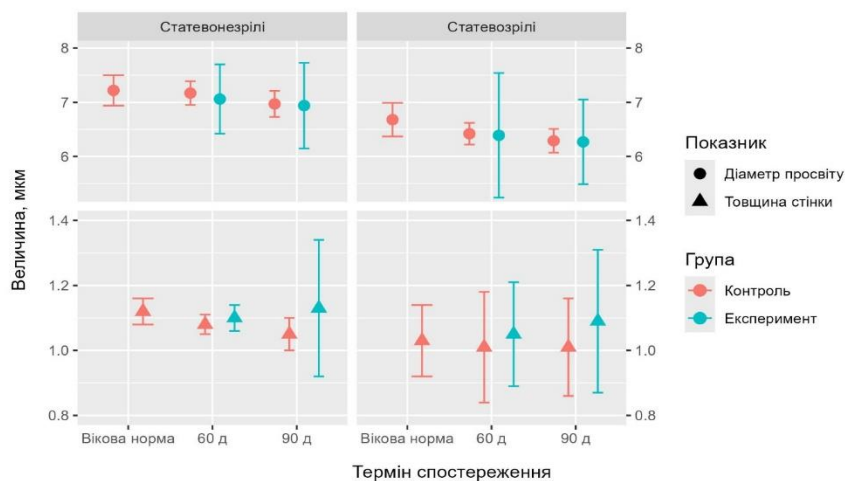


Рис. 5. Динаміка зміни параметрів гемокapілярів шкіри спинки на етапах експерименту

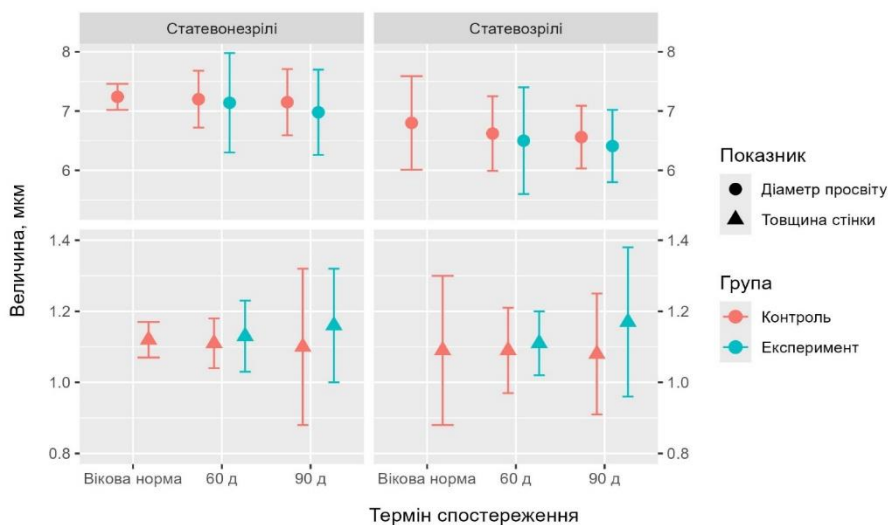


Рис. 6. Динаміка зміни параметрів гемокapілярів шкіри метатарсальних подушечок на етапах експерименту

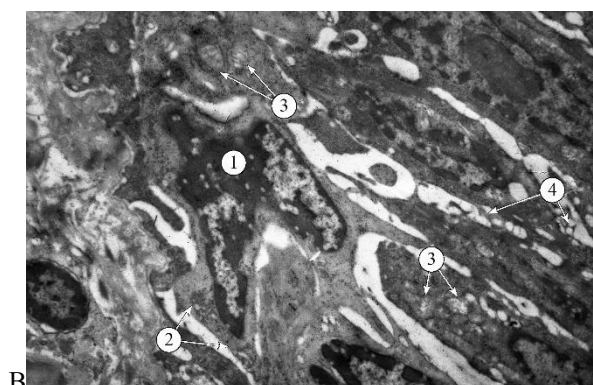
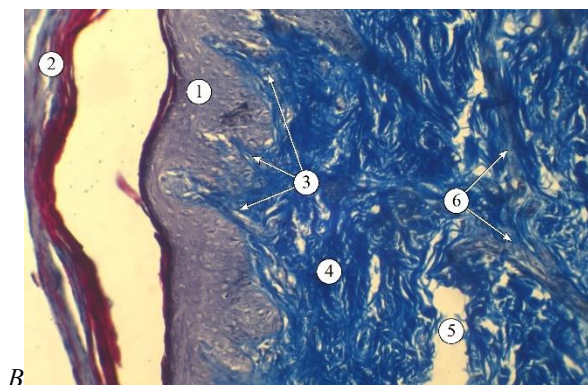
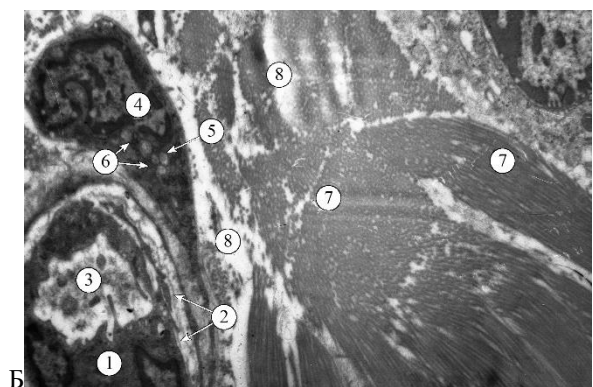
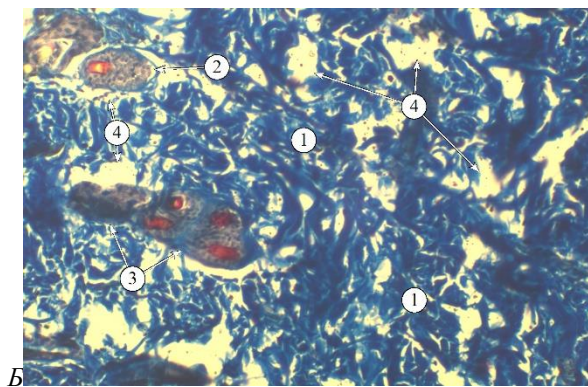
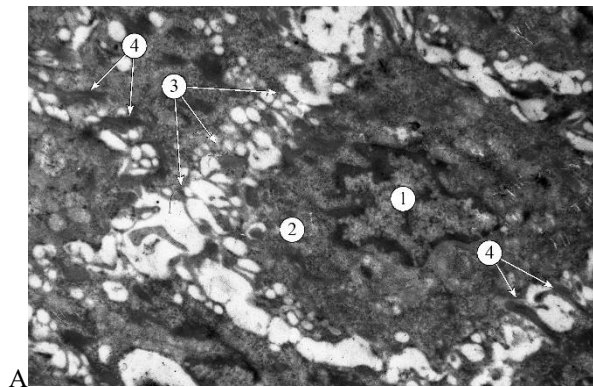
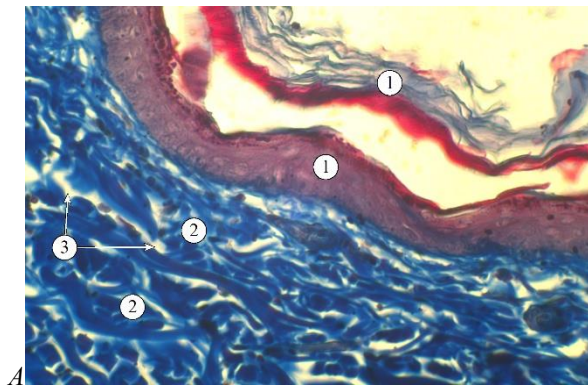


Рис. 7. Гістоструктура шкіри тварин 2-ї групи (60-та доба йоддефіцитного стану): А. Шкіра спинки статевозрілої тварини: 1 – епідерміс, 2 – колагенові волокна, 3 – набрякові процеси в дермі; Б. Дерма спинки статевозрілої тварини: 1 – колагенові волокна, 2 – сальні залози, 3 – пілосебацеозний комплекс, 4 – набряк у дермі; В. Шкіра метатарсальних подушечок статевозрілих тварин: 1 – епідерміс, 2 – пласт роз'єднаного шару, 3 – сосочки дерми, 4 – колагенові волокна, 5 – основна речовина дерми, 6 – вивідна протока потової залози. А, Б, В – забарвлення за Масоном, зб. А х400, Б, В х200

Рис. 8. Ультраструктура шкіри в умовах йоддефіциту (60-та доба): А. Кератиноцити епідермісу спинки статевозрілої тварини: 1 – ядро, 2 – цитоплазма, 3 – ості, 4 – десмосомні контакти; Б. Дерма спинки статевозрілої тварини: 1 – ендотеліоцит, 2 – базальна мембрана гемокапіляра, 3 – просвіт, 4 – ядро фібробласти, 5 – мітохондрії в цитоплазмі фібробласти, 6 – гранулярна ендоплазматична сітка в цитоплазмі фібробласти, 7 – різнонаправлені пучки колагенових волокон, 8 – аморфна речовина; В. Епідерміс метатарсальної подушечки статевозрілої тварини: 1 – ядро кератиноцита, 2 – гранулярна ендоплазматична сітка, 3 – мітохондрії, 4 – ості кератиноцитів. Зб.: А, Б 6400, В 4800

Епідерміс спинки статевозрілих та статевозрілих тварин стоншується на 2,9 ($p < 0,001$) та 1,9% ($p < 0,001$), відповідно, а дерма потовщується на 1,3% ($p < 0,001$) та 2,8% ($p < 0,001$) відповідно. Епідерміс метатарсальних подушечок статевозрілих тварин стоншений, порівняно з віковою нормою на 7,8% ($p <$

0,001), тоді як у статевозрілих тварин на 0,7% ($p < 0,05$). Дерма перевищує віковий параметр у статевозрілих та статевозрілих тварин на 5,4% ($p < 0,001$) та 3,9% ($p < 0,001$), відповідно.

Оригінальні дослідження

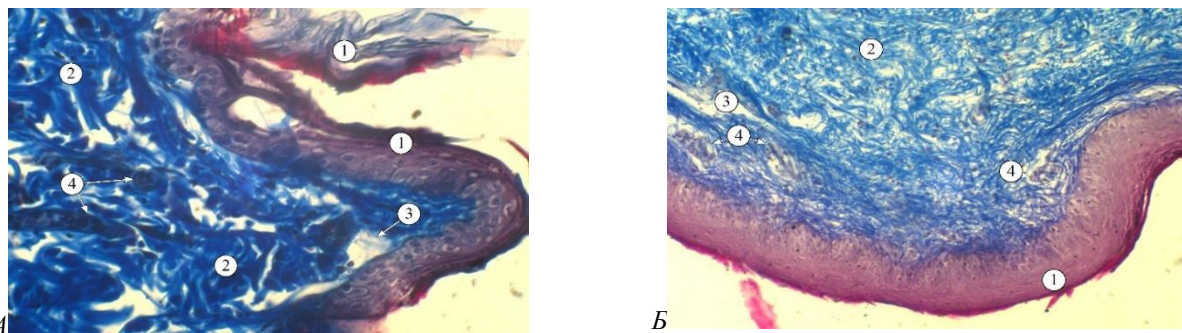


Рис. 9. Гістоструктура шкіри тварин 3-ї групи (90-та доба йододефіцитного стану): А. Шкіра спинки статевонезрілої тварини: 1 – епідерміс, 2 – колагенові волокна, 3 – набрякові процеси в дермі, 4 – вивідні протоки сальних залоз; Б. Шкіра метатарсальної подушечки статевозрілої тварини: 1 – епідерміс, 2 – колагенові волокна, 3 – аморфна речовина, 4 – потові залози. А, Б – забарвлення за Масоном, зб. А х400, Б х200

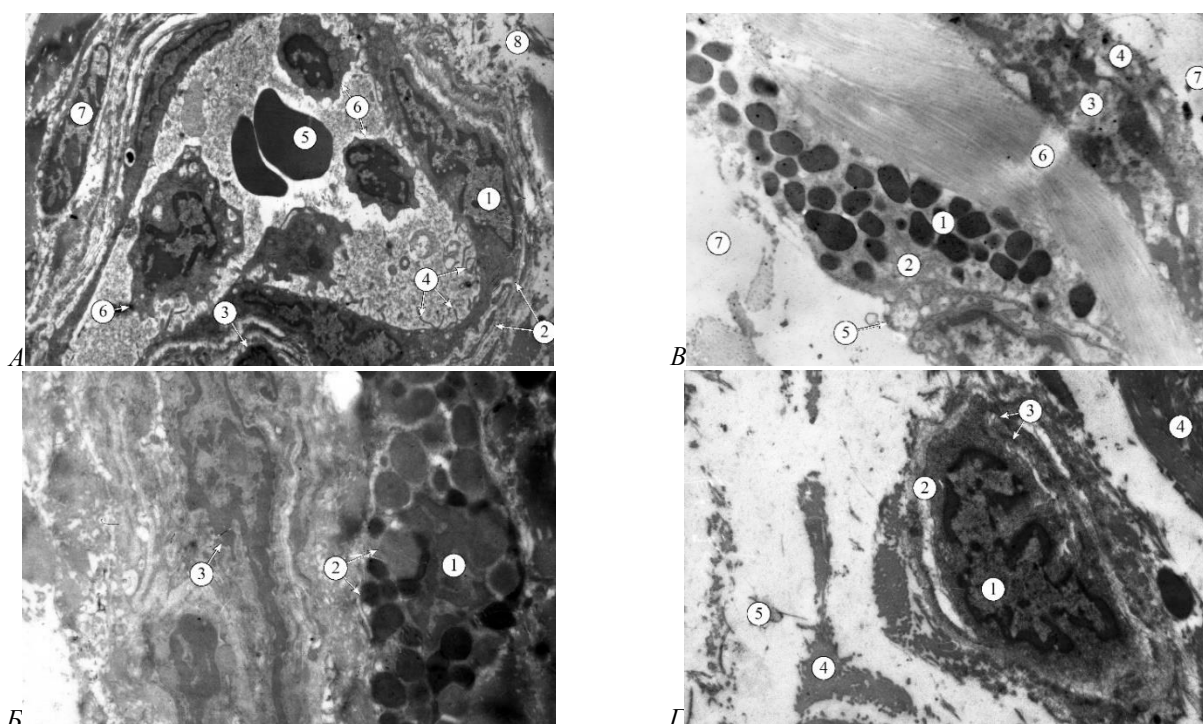


Рис. 10. Ультроструктура шкіри в умовах йододефіциту (90-та доба): А. Фрагмент дерми спинки статевонезрілої тварини: 1 – ядро ендотеліоцита, 2 – базальна мембрана, 3 – ядро гладкого міоцита, 4 – люменальні випини, 5 – еритроцит, 6 – лімфоцит, 7 – ядро фібробласта, 8 – паравазальна сполучна тканина; Б. Дерма спинки статевозрілої тварини: 1 – ядро мастоцита, 2 – гранули різної електронної щільності, 3 – ядро фібробласта, 4 – цитоплазма фібробласта, 5 – фрагмент нерва, 6 – колагенові волокна, 7 – аморфна речовина; Г. Дерма метатарсальної подушечки статевозрілої тварини: 1 – ядро мастоцита, 2 – цитоплазма мастоцита, 3 – ядро фібробласта, 4 – цитоплазма фібробласта, 5 – фрагмент нерва, 6 – колагенові волокна, 7 – аморфна речовина; Г. Дерма метатарсальної подушечки статевозрілої тварини: 1 – ядро фібробласта, 2 – цитоплазма фібробласта, 3 – мітохондрії, 4 – пучки колагенових волокон, 5 – аморфна речовина. Зб.: А 4000, Б, Г 8000, В 6400

Зміни об'ємної щільності волокнистих структур дерми продемонстровано на рис. 1-4.

Вміст оксипроліну в гомогенаті шкіри тварин 3-ї групи становить: у статевонезрілих – $70,93 \pm 6,50$ мкмоль/л ($p < 0,01$), у статевозрілих – $70,65 \pm 7,55$ мкмоль/л ($p < 0,01$). Вміст еластази у гомогенаті шкіри тварин 3-ї групи становить: у статевонезрілих та статевозрілих – $0,03 \pm 0,00$ мг/л ($p < 0,01$).

Ширина кінцевих секреторних відділів сальних залоз у статевонезрілих тварин 3-ї групи на 5-му місяці

становить $46,52 \pm 11,18$ мкм ($p < 0,001$), у статевозрілих на 8-му місяці – $53,18 \pm 10,64$ мкм ($p < 0,001$).

Ширина кінцевих секреторних відділів потових залоз у статевонезрілих тварин 3-ї групи на 5-му місяці становить $30,06 \pm 5,39$ мкм ($p < 0,001$), у статевозрілих на 8-му місяці – $31,32 \pm 7,82$ мкм ($p < 0,01$).

Індекс дегрануляції мастоцитів у шкірі спинки тварин 3-ї групи на 5-му місяці становить $0,19 \pm 0,05$ ($p < 0,001$), на 8-му місяці – $0,16 \pm 0,03$ ($p < 0,001$).

Індекс дегрануляції мастоцитів у шкірі

метатарсальних подушечок тварин 3-ї групи на 5-му місяці становить $0,22 \pm 0,02$ ($p < 0,001$), на 8-му місяці – $0,20 \pm 0,02$ ($p < 0,001$).

Динаміка зміни параметрів мікросудин продемонстровано на рис. 5, 6.

Виявлені структурні зміни в тонкій та товстій шкірі тварин обидвох вікових груп підтверджують системність уражень в умовах дефіциту йоду, і, як наслідок, в умовах змін тиреоїдного статусу [10, 11]. Запускається ланцюг метаболічних порушень, однією із ключових ланок якого є порушений ліпідний профіль, що ми спостерігали в ході експерименту [12, 13, 14]. Активна участь мастоцитів, їх дегрануляційні процеси впливають на морфофункціональний стан

дерми, що спостерігали також і інші дослідники в умовах гіпотиреозу [15].

Висновок. Тиреоїдний дисбаланс, зумовлений дефіцитом йоду, супроводжується порушенням метаболічних процесів в організмі загалом та в складових шкіри зокрема, незалежно від віку та локалізації і з тенденцією до прогресування морфологічних змін із збільшенням тривалості йододефіцитного стану.

Перспективи подальших досліджень. Вивчення в експерименті можливостей корекції та профілактики патологічних змін у шкірі шляхом застосування збалансованого харчування.

References

1. Gade A, Hwang JR, Hoegler K, Khan S, Khachemoune A. Therapeutic use of trace elements in dermatology. *Altern Ther Health Med.* 2023;29(4):246-52.
2. Costa GM, Araujo SL, Félix Xavier Júnior FA, de Araújo Viana D, Evangelista JSAM. Dermatological manifestations associated with canine hypothyroidism: a review. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal.* 2016;10(4):781-97. DOI: 10.5935/1981-2965.20160064.
3. Niaz F, Shams N, Meraj L, Ahmed S, Ahmed N, Sheikh I. Skin changes in newly diagnosed cases of hypothyroidism. *JRMC.* 2022;26(1):83-9. DOI: 10.37939/jrnc.v26i1.1762.
4. Ruiz-Llorente L, Contreras-Jurado C, Martínez-Fernández M, Paramio JM, Aranda A. Thyroid hormone receptors regulate the expression of microRNAs with key roles in skin homeostasis. *Thyroid.* 2018;28(7):921-32. DOI: 10.1089/thy.2017.0369.
5. Srujana B, Narayan Reddy B, Prasad GK. Clinical spectrum of cutaneous manifestations of thyroid disorders in patients attending MediCiti Institute of Medical Sciences. *Indian J Clin Exp Dermatol.* 2016;2(4):146-52. DOI: 10.18231/2455-6769.2016.0006.
6. Karvatska YuP. Indicators of the pituitary-thyroid and immune systems in patients with acne from iodine-deficient regions, depending on the severity of dermatosis. *Ukrainian Scientific and Practical Conference with International Participation "Your Dermatological Rebus"*. 2019 April 4-5. Dnipro, Ukraine. Available from: <http://repo.dma.dp.ua/id/eprint/5589>.
7. Mancino G, Sibilio A, Luongo C, Di Cicco E, Miro C, Cicatiello AG, et al. The thyroid hormone inactivator enzyme, type 3 deiodinase, is essential for coordination of keratinocyte growth and differentiation. *Thyroid.* 2020;30(7):1066-78. DOI: 10.1089/thy.2019.0557.
8. Martínez-Galán JR, Pedraza P, Santacana M, Escobar del Ray F, Morreale de Escobar G, Ruiz-Marcos A. Early effects of iodine deficiency on radial glial cells of the hippocampus of the rat fetus. A model of neurological cretinism. *J Clin Invest.* 1997;99(11):2701-9. DOI: 10.1172/JCI119459.
9. Bahrii MM, Dibrova VA, editors. *Metodyky morfolohichnykh doslidzhen'* [Methods of morphological research]. Vinnytsia: Nova knyha; 2016. 328 p. (in Ukrainian).
10. Kukharchuk KhM. Kliniko-epidemiolohichni osoblyvosti subklinichnoho hipotyreozy v osib molodoho viku [Clinical and epidemiological features of subclinical hypothyroidism in young people]. *Zdorov'ia suspil'stva.* 2019;8(3):106-11. (in Ukrainian).
11. Pan'kiv VI, Yuzvenko Tlu. Vzaiemozv'iazok subklinichnoi dysfunktsii schytopodibnoi zalozy i metabolichnoho syndromu [The relationship between subclinical thyroid dysfunction and metabolic syndrome]. *Clin Endocrinol Endocr Surg (Ukraine).* 2017;2:39-43. DOI: 10.24026/1818-1384.2(58).2017.105577. (in Ukrainian).
12. Skrypnyk NV. Metabolic syndrome and hypothyroidism: pathogenetic interrelations, diagnosis, and treatment. *Diabetology, Thyroidology, Metabolic Disorders.* 2017;1:60-3.
13. Jung KY, Ahn HY, Han SK, Park YJ, Cho BY, Moon MK. Association between thyroid function and lipid profiles, apolipoproteins, and high-density lipoprotein function. *J Clin Lipidol.* 2017;11(6):1347-53. DOI: 10.1016/j.jacl.2017.08.015.
14. Ranzhulova T. Non-alcoholic fatty liver disease and hypothyroidism: review of clinical and experimental studies. *Galician Medical Journal.* 2021;28(4):E202142. DOI: 10.21802/gmj.2021.4.2.
15. Baccari CG, Falvo S, Lanni A, Di Fiore MM, Cioffi F, Santillo A. Mast cell population and histamine content in hypothyroid rat tissues. *Animals (Basel).* 2022;12(14):1840. DOI: 10.3390/ani12141840.

Відомості про автора

Гончарук В.О. – асистент кафедри дерматології та венерології Івано-Франківського національного медичного університету, м. Івано-Франківськ, Україна. <https://orcid.org/0000-0002-1461-8130>.

Попадинець О.Г. – д-р мед. наук, професор, завідувач кафедри анатомії людини Івано-Франківського національного медичного університету, м. Івано-Франківськ, Україна. <https://orcid.org/0000-0002-2093-5984>.

Information about the authors

Honcharuk V.O. - Assistant Professor, Department of Dermatology and Venereology, Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-1461-8130>.

Popadynets O.H. – DMedSc, Professor, Head of the Department of Human Anatomy, Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-2093-5984>.