

# АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ МЕДИЦИНИ

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ МЕДИЦИНИ



ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT MEDICINE

ISSN 1818-9385 (print)

ISSN 1818-9393 (online)

- навколишнє середовище  
environment
- професійне здоров'я  
occupational health
- патологія  
pathology



**2025**  
**№ 2 (80)**

*Медичний науковий журнал*

# АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ МЕДИЦИНИ:

навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія

## НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Засновники: Український науково-дослідний інститут медицини транспорту Міністерства охорони здоров'я України та Фізико-хімічний інститут ім. О.В.Богатського Національної Академії наук України



№ 2 (80), 2025 г.

Заснований у серпні 2005 р.

**Журнал є офіційним виданням Українського наукового товариства патофізіологів**

Головний редактор	д.м.н. А.І.Гоженко	The editor-in-chief	A.I.Gozhenko
Науковий редактор	д.б.н. О.Г.Пихтєєва	The scientific editor	E.G.Pykhtieieva
Відповідальний секретар	к.б.н. Д.В.Большой	The responsible secretary	D.V.Bolshoy

### Редакційна колегія

PhD П.Бартік (Словачія), PhD Н.С.Бадюк (Україна), д.м.н. Є.П.Белобров (Україна), PhD Е.А.Бормусова (Ізраїль), д.м.н. Р.С.Вастьянов (Україна), д.м.н. Л.І.Власик (Україна), д.м.н., чл.-кор. НАМНУ М.Р.Гжеготський (Україна), акад. НАМНУ, д.б.н. М.Я. Головенко (Україна), д.м.н. В.С.Гойдик (Україна), д.м.н. О.В.Горша (Україна), д.м.н. В.Жуков (Польща), д.м.н. С.В.Зябліцев (Україна), д.м.н. Л.А.Ковалевська (Україна), д.м.н., чл.-кор. НАМНУ М.О.Колісник (Україна), д.м.н. М.О. Клименко (Україна), д.б.н. І.А.Кравченко (Україна), д.м.н. Б.А.Насібуллін (Україна), д.м.н. Б.В.Панов (Україна), д.б.н. О.Г.Пихтєєва (Україна), д.м.н., чл.-кор. НАМНУ М.Г.Проданчук (Україна), д.м.н., М.С.Регада (Україна), д.м.н., д.м.н. Р.Мускієта (Польща), д.м.н. А.Рзаєва (Азербайджан), д.м.н. І.В.Савицький (Україна), д.м.н. І.В.Сергета (Україна), д.м.н., акад. НАМНУ А.М. Сердюк (Україна), д.м.н. Д.Г.Ставрев (Болгарія), д.м.н. О.М.Стоянов (Україна), д.м.н. К.О.Талалаєв, д.б.н. Третьякова О.В., д.м.н. К.Ш.Шайсултанов (Казакстан), д.м.н. К.О.Шаріпов (Казакстан), PhD К.Л.Шафран (Великобританія), д.м.н. О.М.Шевченко (Україна), д.м.н. В.В.Шухтін (Україна), д.м.н., акад. НАМНУ О.П.Яворовський (Україна)

### Editorial board

P.Bartik (Slovakia), N.S.Baduk (Ukraine), Ye.P.Belobrov (Ukraine), E.A. Bormusova (Israel), R.S.Vastyanov (Ukraine), L.I.Vlasik (Ukraine), M.R.Gzhegotsky (Ukraine), N.Ya.Golovenko (Ukraine), V.S.Gojdyk (Ukraine), O.V.Gorsha (Ukraine), V.Zhukov (Poland), S.V.Ziablitsev (Ukraine), L.A.Kovalevskaya (Ukraine), M.O.Kolosnyk (Ukraine), M.A.Klymenko (Ukraine), I.A.Kravchenko (Ukraine), B.A.Nasibullin (Ukraine), B.V.Panov (Ukraine), E.G.Pykhtieieva (Ukraine), N.G.Prodanchuk (Ukraine), M.S.Regeda (Ukraine), R.Muszkieta (Poland), A.Rzayeva (Azerbaijan), I.V.Savytskyi (Ukraine), V.Sergeta (Ukraine), A.M.Serdyuk (Ukraine), D.G.Stavrev (Bulgaria), O.M.Stoyanov (Ukraine), K.O.Talalaev (Ukraine), E.V.Tretyakova (Ukraine), K.Sh.Shaisultanov (Kazakhstan), K.O.Sharipov (Kazakhstan), K.L.Shafran (Great Britain), Shevchenko O.M. (Ukraine), V.V.Shukhtin (Ukraine), O.P.Yavorovsky (Ukraine)

### Адреса редакції:

вул. Канатна, 92, 65039, м. Одеса, Україна  
Тел.: +380-50-988-98-94, +380-48-753-18-04  
E-mail: med\_trans@ukr.net

### The address of editorial office:

Kanatnaya str., 92, 65039, Odessa, Ukraine  
Phone: +380-50-988-98-94, +380-48-753-18-04  
E-mail: med\_trans@ukr.net

Журнал зареєстрований Держкомітетом по телебаченню та радіомовленню України  
31 травня 2005 р. Свідоцтво: серія KB № 9901  
ISSN 1818-9385 (print.), ISSN 1818-9393 (online)

The Journal is registered by the State Committee on TV and broadcasting of Ukraine  
May 31, 2005. The certificate: series KB № 9901  
ISSN 1818-9385 (print.), ISSN 1818-9393 (online)

Рукописи не повертаються авторам. Відповідальність за достовірність та інтерпретацію даних несуть автори статей. Редакція залишає за собою право скорочувати матеріали по узгодженню з автором.

Manuscripts are not returned to the authors. Authors bear all responsibilities for correctness and reliability of the presented data. Edition retains the right to reduce the size of the materials in agreement with the author.

Журнал внесений до переліку видань, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт з біології та медицини (Категорія «Б», наказ міністра науки і освіти України № 886 від 02.07.2020)  
Журнал зареєстрований в міжнародній наукометричній базі Copernicus (Польща)

Роботи, що представлені в цьому номері, рекомендовані до друку Редакційною колегією журналу після сліпого рецензування

Періодичність — 4 рази на рік  
Передплатний індекс 95316  
Адреси електронної версії:

<http://aptm.com.ua/>; <http://www.medtrans.com.ua/>; [http://www.nbu.gov.ua/portal/Chem\\_Biol/Aptm/texts.html](http://www.nbu.gov.ua/portal/Chem_Biol/Aptm/texts.html)

© Науковий журнал „Актуальні проблеми транспортної медицини”, 2005 р.

Підписано до друку 15.06.2025 р. Гарнітура Pragmatica. Формат 64x90 / 8. Друк офсетний. Ум. печ. лист. 15,2.  
Надруковано з готового макету в друкарні "ART-V". м. Одеса, вул. Комітетська, 24А.

<b>Зміст:</b>		<b>Content:</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ДЕЯКИХ ЦИТОКІНІВ У ПЛАЗМІ КРОВІ МОРСЬКИХ СВИНОК ЗА УМОВ ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО АЛЕРГІЙНОГО АЛЬВЕОЛІТУ АСОЦІЙОВАНОГО З ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЮ ПНЕВМОНІЄЮ ТА ЇХ ФАРМАКОЛОГІЧНА КОРЕКЦІЯ — <i>Іванків О.Л., Регеда М.С., Дячок І.Л.</i>	124	INVESTIGATION OF THE LEVEL OF SOME CYTOKINES IN PIG BLOOD SERUM UNDER CONDITIONS OF EXPERIMENTAL ALLERGIC ALVEOLITIS ASSOCIATED WITH EXPERIMENTAL PNEUMONIA AND ITS FARMACOLOGICAL CORRECTION — <i>Ivankiv O.L., Regeda M.S., Diachok I.L.</i>
АНТИУЛЬЦЕРОГЕННА ЕФЕКТИВНІСТЬ КВЕРТУЛІНУ ТА ПРОПОКСАЗЕПАМУ У СЛИЗОВІЙ ОБОЛОНЦІ ШЛУНКУ ЩУРІВ В УМОВАХ ІНТОКСИКАЦІЇ ПЕРХЛОРАТОМ КАЛІЮ — <i>Макаренко О. А., Молодан Ю.О.</i>	131	ANTIULCEROGENIC EFFICACY OF QUERTULIN AND PROPOXAZEPAM IN THE GASTRIC MUCOSA OF RATS UNDER CONDITIONS OF POTASSIUM PERCHLORATE INTOXIC — <i>Makarenko O.A., Molodan Yu. O.</i>
ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ ЛІМФОЦИТІВ У ЩУРІВ В УМОВАХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ МЕТАБОЛІЧНОГО СИНДРОМУ — <i>Кузьміна І.Ю., Кузьміна О.О.</i>	140	LYMPHOCYTES AGE-RELATED FEATURES IN RATS IN CONDITIONS OF METABOLIC SYNDROME EXPERIMENTAL MODELING — <i>Kuzmina I.Yu., Kuzmina O.O.</i>
СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СІМ'ЯНИХ ЗАЛОЗ У ДИНАМІЦІ ХРОНІЧНОГО ІМУННОГО ЗАПАЛЕННЯ — <i>Залюбовська О. І., Тюпка Т. І., Березнякова О. І., Мінаєва А. О., Авідзба Ю. Н., Карабут Л. В.</i>	145	STRUCTURAL AND FUNCTIONAL STATE OF THE SEMINAL GLANDS IN THE DYNAMICS OF CHRONIC IMMUNE INFLAMMATION — <i>Zalyubovska O.I., Tiupka T.I., Berezniakova M.E., Minaieva A.O., Avidzba Y. N., Karabut L. V.</i>
ДИНАМІКА КЛІТИННОГО СКЛАДУ ЦЕНТРА ВОГНИЩА ВТОРИННО ХРОНІЧНОГО КАРАГІНАНОВОГО ЗАПАЛЕННЯ НА ТЛІ БЛОКАДИ СУБСТАНЦІЇ P — <i>Шевченко О. М., Сич В.О., Шевченко О.О.</i>	151	DYNAMICS OF THE CELLULAR COMPOSITION IN THE CENTER OF A SECONDARY CHRONIC CARRAGEENAN-INDUCED INFLAMMATORY FOCUS UNDER SUBSTANCE P BLOCKADE — <i>Shevchenko O. M., Sych V.O., Shevchenko O.O.</i>
УЧАСТЬ МЕТАБОЛІЧНИХ РЕАКЦІЙ У ФОРМУВАННІ СТРУКТУРНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАГОЄННЯ ОПІКОВИХ РАН — <i>Чулак Ю. Л., Чулак О. Л.</i>	158	PARTICIPATION OF METABOLIC REACTIONS IN THE FORMATION OF STRUCTURAL FEATURES OF BURN WOUND HEALING — <i>Chulak Yu. L., Chulak O.L.</i>
<b>Питання психофізіології</b>	<b>162</b>	<b>The Psychophysiology Questions</b>
ПРИНЦИПИ МЕДИКО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ ДОПОМОГИ ОСОБАМ, ЩО ПОСТРАЖДАЛИ ВНАСЛІДОК ВІЙНИ — <i>Пилипенко Д.Г., Мякішев О.Є., Опря Є.В.</i>	162	PRINCIPLES OF MEDICAL AND PSYCHOLOGICAL ASSISTANCE TO PERSONS AFFECTED BY WAR — <i>Pylypenko D.G., Myakishev O.E., Oprya Ye.V.</i>
РОЛЬ МНЕМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ОПТИМАЛЬНОЇ ОПЕРАТОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ -- <i>Дегтяренко-Мельник Т.В.</i>	171	THE ROLE OF MNEMONIC PROCESSES IN OPTIMAL OPERATING ACTIVITY ENSURING -- <i>Degtyarenko-Melnyk T.V.</i>
<b>Правила для авторів</b>	<b>182</b>	<b>Rules for authors</b>

## ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ ЛІМФОЦИТІВ У ЩУРІВ В УМОВАХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ МЕТАБОЛІЧНОГО СИНДРОМУ

**Кузьміна І.Ю., Кузьміна О.О.**

*Харківський національний медичний університет*

*e-mail: irina.u.kuzmina@gmail.com*

## LYMPHOCYTES AGE-RELATED FEATURES IN RATS IN CONDITIONS OF METABOLIC SYNDROME EXPERIMENTAL MODELING

**Kuzmina I.Yu., Kuzmina O.O.**

*Kharkiv National Medical University*

### Summary/Резюме

Obesity in rodents is considered as an increase in body weight due to fat depots when they are given a high-fat diet, which contributes to an increase in body weight. In this case, it is relevant to determine the total level of leukocytes, which are associated with metabolic disorders and adipose tissue. The purpose of the work is to establish age-related characteristics of lymphocytes as a marker of subclinical inflammation in rats in the conditions of experimental modeling of metabolic syndrome. The study was conducted on 120 white female rats of the WAG/G Sto population. Animals with MS were divided into 3 main groups by age — young (immature), mature (mature) and old (post-reproductive age) with 30 rats in each group. Experimental group with MS modeling for 1 month (group 1); MS modeling for 3 months (group 2); MS modeling for 6 months (group 3). The control group (intact animals), which were not subjected to MS modeling, consisted of 30 healthy rats of the same age, 10 rats each. When studying the immunological status of lymphocytes in rats under experimental MS conditions, it was found that the average number of lymphocytes in 1 ml of rat blood changed with age and significantly differed from control values. The level of lymphocyte populations in peripheral blood in rats indicates a decrease in the number of T-lymphocytes CD3+, CD8+ and CD4+, compared with the control. No significant differences in the average absolute values of T and B-lymphocytes (CD3+ and CD19+), as well as CD4+, were found between rats in the main and control groups. The absolute and relative content of lymphocytes in rats reflects changes occurring in the local link of immunity in metabolic syndrome and was revealed by pronounced leukocyte infiltration, represented mainly by T-lymphocytes and cells of the monocyte-macrophage series. The detected disorders may indicate an inflammatory reaction in the age aspect in MS.

**Keywords:** *metabolic syndrome, obesity, systemic inflammation, lymphocytes, immune system.*

Ожиріння у гризунів розглядають як збільшення маси тіла за рахунок жирових депо при призначенні їм високожирової дієти, яка сприяє підвищенню внутрішньої маси організму. При цьому актуальним є визначення загального рівня лейкоцитів, які пов'язані з метаболічними порушеннями та жировою тканиною. Мета роботи — встановлення вікових особливостей лімфоцитів як маркера субклінічного запалення у щурів в умовах експериментального моделювання метаболічного синдрому. Дослідження проведено на 120 білих самках-щурах популяції WAG/G Sto. Тварин з МС було поділено на 3 основні групи за віком — молоді (статевонезрілі), зрілі (статевозрілі) та старі (пост репродуктивного віку) по 30 щурів у кожній групі. Експериментальна група із моделю-

ванням МС протягом 1 місяця (1 група); моделювання МС протягом 3-х місяців (2 група); моделювання МС протягом 6 місяців (3 група). Контрольна група (інтактні тварини), яким не проводили моделювання МС, складалась із 30 здорових щурів того ж віку, по 10 щурів кожного. При дослідженні імунологічного статусу лімфоцитів у щурів в умовах експериментального МС з'ясовано, що середні показники кількості лімфоцитів в 1 мл крові щурів змінювались з віком і вірогідно відрізнялися від контрольних значень. Рівень популяції лімфоцитів у периферичній крові у щурів свідчить про зменшення кількості Т-лімфоцитів CD3+, CD8+ і CD4+, у порівнянні з контролем. Достовірні відмінності за середніми показниками абсолютних значень Т і В-лімфоцитів (CD3+ і CD19+), а також CD4+ між щурами основної та контрольної груп не виявлені. Абсолютний і відносний вміст лімфоцитів у щурів відображає зміни, що відбуваються в локальній ланці імунітету при метаболічному синдромі і виявлялося вираженою лейкоцитарною інфільтрацією, представленою переважно Т-лімфоцитами та клітинами моноцитарно-макрофагального ряду. Виявлені порушення можуть свідчити про запальну реакцію у віковому аспекті при МС.

**Ключові слова:** метаболічний синдром, ожиріння, системне запалення, лімфоцити, імунна система.

Сьогодні ожиріння розглядається як багатофакторна патологія, яка асоціюється з метаболічними порушеннями, цукровим діабетом, серцево-судинними захворюваннями, злоякісними новоутвореннями, тощо. Невпинне зростання ожиріння як серед дорослих, так і серед дитячого населення, стає все більш серйозною проблемою світової охорони здоров'я, що призводить до підвищення захворюваності і смертності.

Запалення є одним з важливіших механізмів в патогенезі ожиріння. Жирова тканина вважається як ініціатором, так і основним фактором системного запалення та вирішальним чином позначається на метаболічній та секреторній функції жирової тканини та відіграє провідну роль у розвитку патологічних процесів, що супроводжують ожиріння. Морфологічною основою запалення жирової тканини при ожирінні є інфільтрація останньої імунокомпетентними клітинами, що дозволяє розглядати її не лише як ендокринний орган, а й як орган імунної системи [1]. Саме запальні процеси в жировій тканині призводять до імунної відповіді та подальшого залучення різних типів лімфоцитів.

Дані як експериментальних, так і клінічних досліджень свідчать, про те, що підвищений загальний рівень лейкоцитів пов'язані з метаболічними порушеннями

та ожирінням [2].

Рівень лімфоцитів є легко вимірюваним, відтворюваним і доступним показником, який вказує на послаблений клітинний імунітет, що пов'язаний з системним запаленням і є незалежним маркером ризику розвитку діабету, інсулінорезистентності, метаболічного синдрому (МС). Між тим, кількість лейкоцитів може змінюватися не тільки в залежності від різних факторів, що пов'язані з ожирінням, а також в залежності від генетичних, екологічних та соціальних факторів, зокрема віку, статі, паління, фізичного навантаження, тощо

**Метою роботи** було встановлення вікових особливостей лімфоцитів як маркера субклінічного запалення у щурів в умовах експериментального моделювання метаболічного синдрому.

#### **Матеріали та методи дослідження**

Дослідження проведено на 120 білих самках-щурах популяції WAG/G Sto. Тварин з МС було поділено на 3 основні групи за віком — молоді (статевонезрілі), зрілі (статевозрілі) та старі (пост репродуктивного віку) по 30 щурів у кожній групі. Експериментальна група із моделюванням МС протягом 1 місяця (1 група); моделювання МС протягом 3-х місяців (2 група); моделювання МС протягом 6 місяців (3 група). Контрольна група (інтактні тварини), яким не проводили моделювання МС,

складалась із 30 здорових щурів того ж віку, по 10 щурів кожного.

Експерименти проведені відповідно до «Загальних принципів експериментів на тваринах», схваленими І Національним конгресом з біоетики (20.09.2001 р., Київ, Україна) і узгодженими з положеннями «Європейської Конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та інших наукових цілей».

Для моделювання МС щурам основної групи один раз на тиждень робили підшкірні ін'єкції бетаспану (20 мкг/кг маси), розчиненого в 0,2 мл очищеної і стерилізованої оливкової олії протягом 4 тижнів. Використовували для щурів висококалорійну дієту протягом усього експерименту, яка призводить до збільшення маси тіла тварин, збільшення площі адипоцитів і поступового розвитку гіперглікемії, інсулінорезистентності та розвитку МС [3].

Антропометричні показники визначали методами що сприяли питомому приросту маси тіла та розвитку ожиріння у тварин. Загальний аналіз крові був виконаний на гематологічному аналізаторі методом проточної цитофлуориметрії с розрахуванням кількості лімфоцитів.

Статистична обробка отриманих даних проводилася із застосуванням пакета програм Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Оцінка вірогідності різниць середніх величин у групах (р) проводилася за допомогою критерію Стьюдента (t). Відмінності вважалися статистично значущими при  $p < 0.05$ .

## Результати дослідження та їх обговорення

При дослідженні імунологічного статусу лімфоцитів у щурів в умовах експериментального МС з'ясовано, що середні показники кількості лімфоцитів в 1 мл крові щурів змінювались з віком і вірогідно відрізнялися від контрольних значень (табл. 1).

Аналіз відносного вмісту різних популяцій лімфоцитів у периферичній крові у щурів свідчить про деяке зменшення середніх значень кількості Т-лімфоцитів (CD3+), Т-супресорів (CD8+) і достовірному зниженні Т-хелперів (CD4+), у порівнянні з контролем (табл. 1). Відзначена також тенденція до збільшення середніх показників відносно вмісту ЕК-клеток (CD16+).

Достовірні відмінності за середніми показниками абсолютних значень Т і В-лімфоцитів (CD3+ і CD19+), а також Т-хелперів (CD4+) між щурами основної та контрольної груп не виявлені (табл. 2). При МС встановлено достовірне зниження субпопуляції Т-супресорних лімфоцитів (CD8+) і підвищення ЕК-клеток (CD16+) у порівнянні з груповим контролем.

Достовірні відмінності за середніми показниками абсолютних значень Т і В-лімфоцитів (CD3+ і CD19+), а також Т-хелперів (CD4+) між щурами основної та контрольної груп не виявлені (табл. 2). При МС встановлено достовірне зниження субпопуляції Т-супресорних лімфоцитів (CD8+) і підвищення ЕК-клеток (CD16+) у порівнянні з груповим контролем.

Таблиця 1

Відносний вміст популяцій лімфоцитів у периферичній крові щурів при МС в залежності від віку

Показники	Група контролю (n = 10)	Молоді (статевонезрілі) 1 група (n = 30)	Зрілі (статевозрілі) 2 група (n = 30)	Старі (пост репродуктивного віку) 3 група (n = 30)
CD3 <sup>+</sup>	65,0 ± 2,0	60,4 ± 2,3*	61,2 ± 4,0*	59,9 ± 2,9*
CD4 <sup>+</sup>	40,5 ± 1,0	35,9 ± 1,56*	34,6 ± 3,18*	36,6 ± 1,78*
CD8 <sup>+</sup>	23,3 ± 1,1	21,0 ± 1,5*	20,1 ± 2,7*	21,5 ± 1,9*
CD4 <sup>+</sup> /CD8 <sup>+</sup>	1,77 ± 0,11	1,96 ± 0,2*	2,2 ± 0,6*	1,9 ± 0,14*
CD16 <sup>+</sup>	14,1 ± 1,8	17,1 ± 1,7*	16,5 ± 2,1*	18,4 ± 3,1*
CD19 <sup>+</sup>	10,9 ± 0,8	8,6 ± 0,8*	9,7 ± 1,7	8,1 ± 1,0*

Примітка: - достовірні відмінності з груповим контролем ( $P < 0,05$ )

Враховуючи відсутність достовірних відмінностей за середніми показниками клітинної ланки імунітету, було проведено аналіз частоти виявлення змін цих параметрів у щурів із МС (табл. 3).

Таблиця 2

Показники абсолютного вмісту різних популяцій лімфоцитів у периферичній крові щурів при МС в залежності від віку

Показники	Група контролю (n = 10)	Молоді (статевонезрілі) 1 група (n = 30)	Зрілі (статевозрілі) 2 група (n = 30)	Старі (пост репродуктивного віку) 3 група (n = 30)
Загальна кількість лімфоцитів у плазмі крові	1,9 ± 0,2	1,95 ± 0,18	1,97 ± 0,6	1,95 ± 0,15
CD3 <sup>+</sup>	1,2±0,1	1,12±0,09	1,05 ± 0,25	1,15 ± 0,07
CD4 <sup>+</sup>	0,8±0,01	0,73 ± 0,09	0,77±0,4	0,71 ± 0,06
CD8 <sup>+</sup>	0,5 ± 0,03	0,40 ± 0,04*	0,41±0,17	0,39±0,03*
CD16 <sup>+</sup>	0,2±0,06	0,37±0,06*	0,35 ± 0,08	0,42±0,07*
CD19 <sup>+</sup>	0,2 ± 0,05	0,18 ± 0,03	0,16±0,07	0,18 ± 0,04

Примітка: - достовірні відмінності з груповим контролем (P < 0,05)

Таблиця 3

Частота змін основних показників популяційного складу лімфоцитів периферичної крові щурів при МС у порівнянні з нормативними значеннями

Показники	Відносний зміст	Абсолютний зміст
CD3 <sup>+</sup>	15 (35,7 %)	16 (38,1 %)
CD4 <sup>+</sup>	22 (50 %)	19 (45,2 %)
CD8 <sup>+</sup>	16 (38,1 %)	13 (30,9 %)
CD16 <sup>+</sup>	16 (38,1 %)	16 (38,1 %)
CD19 <sup>+</sup>	13 (30,9 %)	15 (35,7 %)

Примітка: - достовірна різниця з групою контролю (P < 0,05).

З представлених даних видно, що у 30,9-50 % випадків у щурів при МС відзначалося зниження основних популяцій лімфоцитів периферичної крові, а також збільшення вмісту ЕК-клітин (CD16<sup>+</sup>). Істотної різниці між щурами з МС не виявлено.

Вивчення гуморальної ланки імунітету, результати якої представлені в таблиці 4, дозволило виявити достовірне збільшення імуноглобулінів класу G у загальних групах щурів із МС порівняно з контрольною групою тварин. Істотних відмінностей у середніх рівнях IgM та IgA між обстеженими групами не встановлено. Виявлено суттєві відмінності у середніх рівнях IgG, IgM та IgA у віковому аспекті між обстеженими групами щурів.

Таким чином, дослідження імунних показників на системному рівні дозволило виявити тенденцію до зменшення вмісту Т-лімфоцитів (CD3<sup>+</sup>), зниження кількості Т-хелперів (CD4<sup>+</sup>) та Т-супресорів (CD8<sup>+</sup>), а також підвищення вмісту ЕК-клітин (CD 16<sup>+</sup>) та імуноглобулінів G у щурів при МС [4].

Отримані результати вказують, що при МС у 38,1 % тварин у віці до 6 місяців мають порушення Т-клітинної ланки системного імунітету, які свідчать про наявність імунодефіцитного стану [5].

Згідно з отриманих даних, у щурів при МС у віковому аспекті показник загальної кількості лейкоцитів був майже в 2 рази вищим, ніж у групі контролю (p < 0,05). Відсотковий вміст лімфоцитів серед загальної популяції лейкоцитів при МС в залежності від

віку щурів становив приблизно 65 %, що суттєво відрізнялося від групи контролю (табл. 5).

При порівнянні загальної кількості лімфоцитів у щурів при МС відзначалося майже дворазове підвищення їх вмісту у порівнянні з контролем. При МС відмічено також зміну співвідношення регуляторних субпопуляцій Т-лімфоцитів, що пов'язане із суттєвим підвищенням абсолютного вмісту Т-хелперів (CD4<sup>+</sup>). Найбільше їхнє збільшення було встановлено при МС, незважаючи на більш високе середнє значення CD4<sup>+</sup> клітин [6].

### Висновки

Проведене дослідження свідчать про те, що абсолютний і відносний вміст імунокомпетентних клітин у периферичної крові відображає зміни, що відбуваються в локальній ланці імунітету у щурів при метаболічному синдромі.

Згідно з отриманими даними, однотипні зміни імунітету характерні для щурів з МС, що виявлялося вираженою лейкоцитарною інфільтрацією, представленою переважно Т-лімфоцитами та клітинами

моноцитарно-макрофагального ряду, з підвищеною експресією молекул адгезії та деякого збільшення вмісту ЕК-клітин [7].

Виявлені порушення можуть свідчити про запальну реакцію у віковому аспекті при МС. Розвиток ожиріння супроводжується підвищенням лімфоцитів з оцінкою його клінічної значущості як маркера субклінічного запалення.

Таблиця 4.

Вміст імуноглобулінів у периферичній крові щурів при МС залежно від віку (M ± m)

Показники	Група контролю (n = 10)	Молоді (статевонезрілі) 1 група (n = 30)	Зрілі (статевозрілі) 2 група (n = 30)	Старі (пост репродуктивного віку) 3 група (n = 30)
IgG	1225,0 ± 66,8	1495,1 ± 113,0*	1149,7 ± 97,6*	1657,1 ± 142,6***
IgM	183,0 ± 13,3	180,8 ± 15,8	148,3 ± 19,3*	197,0 ± 20,7*
IgA	222,5 ± 25,6	218,8 ± 14,5*	233,3 ± 23,0*	211,5 ± 18,7*

Примітка: - достовірна різниця з групою контролю (P < 0,05).

Таблиця 5.

Кількість лейкоцитів та лімфоцитів у периферичній крові щурів у нормі при МС залежно від віку, (M+m).

Показники	Контрольна група	Молоді (статевонезрілі) 1 група (n = 30)	Зрілі (статевозрілі) 2 група (n = 30)	Старі (пост репродуктивного віку) 3 група (n = 30)
Кількість лейкоцитів 10 <sup>6</sup> /гтк	1,22 ± 0,18	2,32 ± 0,31*	1,99 ± 0,35*	2,59 ± 0,48*
% лімфоцитів	63,0 ± 4,62	65,0 ± 1,48	65,7 ± 2,61	64,4 ± 1,66
Кількість лімфоцитів 10 <sup>6</sup> /гтк	0,74 ± 0,11	1,39 ± 0,13*	1,28 ± 0,22*	1,48 ± 0,17*

Примітка: - достовірна різниця з групою контролю (P < 0,05).

## References/Література

1. Longo M., Zatterale F., Naderi J., Parrillo L., Formisano P., Raciti G. A et. al. Adipose Tissue Dysfunction as Determinant of Obesity-Associated Metabolic Complications. International Journal of Molecular Sciences. 2019. № 20 (9). 2358 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms20092358>
2. Sulaeva O.N., Belemets N.I. Sexual features of adipose tissue regulation // Clinical endocrinology and endocrine surgery. - 2017. - No. 4 (60). - P. 11-20.  
Сулаєва О.Н., Белемець Н.І. Половые особенности регуляции жировой ткани // Клінічна ендокринологія та ендокринна хірургія. — 2017. — № 4 (60). — С. 11-20.
3. Koterov A.N., Ushenkova L.N., Zubenkova E.S., Vainson A.A., Biryukov A.P., Samoilov A.S. Dependence of body weight on age for outbred white and eight lines of laboratory rats: synthetic studies of data from experimental works and nurseries in the aspect of connection with radiosensitivity. Some characteristics of the species "rat" // Medical Radiology and Radiation Safety. - 2018. - Vol. 63. - No. 2. - P. 1-41  
Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Зубенкова Э.С., Вайнсон А.А., Бирюков А.П., Самойлов А.С. Зависимость массы тела от возраста для беспородных белых и восьми линий лабораторных крыс: синтетические исследования данных из экспериментальных работ и питомников в аспекте связи с радиочувствительностью. Некоторые характеристики вида «крыса» // Медицинская радиология и радиационная безопасность. — 2018. — Том. 63. — № 2. — С. 1-41.
4. Kuzmina I.Yu., Shutova N.A., Nikolayeva O.V. The method of modeling the metabolic syndrome in the experiment: pat. No. 118945 Ukraine, IPC G09B 23/28; published 25.03.19. Bul. 6.  
Кузьміна І.Ю., Шутова Н.А., Ніколаєва О.В. Спосіб моделювання метаболічного синдрому в експерименті: пат. № 118945 Україна, МПК G09B 23/28; опубл. 25.03.19. Бюл. 6.
5. Arner E., Westermark P. O., Spalding K. L., Britton T., Ryden M., Frisen J. et al. Adipocyte turnover: Relevance to human adipose tissue morphology. Diabetes. 2022. № 59. P. 105–109. DOI: <http://dx.doi.org/10.2337/db09-0942>
6. Sulaeva O.N., Belemets N.Y. Sexual features of regulation of fat tissue // Clinical endocrinology and endocrine surgery. — 2017. — No. 4 (60). — S. 11-20.  
Сулаєва О.Н., Белемець Н.І. Половые особенности регуляции жировой ткани // Клінічна ендокринологія та ендокринна хірургія. — 2017. — № 4 (60). — С. 11-20.
7. Faloi E., Michetti M., Robertis D. Inflammation as a Link between Obesity and Metabolic Syndrome. Journal of Nutrition and Metabolism. 2012. P. 2–7. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/476380>

Вперше надійшла до редакції 21.02.2025 р.  
Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування