

ISSN Online 2786-8478
ISSN Print 2786-846X

Міністерство освіти і науки України

Ніжинський
державний університет
імені Миколи Гоголя

**Наукові
записки.
Біологічні
науки**

(Ніжинський державний університет
імені Миколи Гоголя)

№ 3



Ніжин – 2024

НАУКОВІ ЗАПИСКИ. БІОЛОГІЧНІ НАУКИ
(Ніжинський державний університет
імені Миколи Гоголя)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор: Шейко Віталій Ілліч, доктор біологічних наук, професор кафедри біології Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя.

Заступник головного редактора: Кучменко Олена Борисівна, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біології Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя.

Відповідальний секретар: Гавій Валентина Миколаївна, кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя.

ЧЛЕНИ РЕДКОЛЕГІЇ:

Процькув Я., доктор габілітований, професор, департамент біології рослин, Інститут біології оточуючого середовища, факультет біології та наук про тварин, Університет природничих наук (м. Вроцлав, Польща).

Вержольська С., доктор філософії, департамент біології рослин, Інститут біології оточуючого середовища, факультет біології та наук про тварин, Університет природничих наук (м. Вроцлав, Польща).

Тулкан К., доктор габілітований, професор, факультет інженерії та прикладних технологій, Університет наук про життя «Король Михайло I» (м. Тімішоара, Румунія).

Гюрбюз М. Ф., доктор філософії, доцент, департамент біології, факультет науки та мистецтв, Університет Сулеймана Деміреля (м. Іспарта, Туреччина).

Давіташвілі Магда, доктор біологічних наук, професор, факультет аграрних, природничих наук і технологій, програмний координатор відділу забезпечення якості, Телавський державний університет (м. Телаві, Грузія).

Дерека Т. Г., доктор педагогічних наук, професор Тренчанського університету імені Олександра Дубчека (м. Тренчин, Словачка республіка).

Весельський С. П., доктор біологічних наук, старший науковий співробітник Інститут високих технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка (м. Київ, Україна).

Кур'ята В. Г., доктор біологічних наук, професор кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (м. Вінниця, Україна).

Омельчук О. В., кандидат педагогічних наук, доцент кафедри здоров'язбережувальної освіти та фізичної рекреації Українського державного університету імені Михайла Драгоманова (м. Київ, Україна).

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України № 582 від 24.04.2024 (додаток 2) науковий журнал «Наукові записки. Біологічні науки» (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя) внесений до переліку **наукових фахових видань України (категорії «Б»)** у галузі біологічних наук (091 «Біологія та біохімія»).

Наукове видання з біологічних наук, засноване у 2023 році Ніжинським державним університетом імені Миколи Гоголя. Свідоцтво про реєстрацію КВ № 25398-15338 Р від 20.01.2023 р.

Періодичність: 4 рази на рік.

Зареєстрований Національною радою України з питань телебачення та радіомовлення (рішення № 1180, протокол № 13 від 11.04.2024 р., ідентифікатор медіа R30-03790).

Національною бібліотекою України імені В.І. Вернадського прийнято на репозитарне зберігання номери наукового журналу «Наукові записки. Біологічні науки» (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя), які представлені на порталі в інформаційному ресурсі «Наукова періодика України».

Рекомендовано Вченою радою Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя.
Протокол № 2 від 03.10.2024 р.

НЗ4 Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя) / за заг. ред. В. І. Шейко. – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2024. – № 3. – 80 с.

Адреса видавництва: вул. Воздвиженська, 3^А, м. Ніжин, Чернігівська обл., Україна, 16600.
Тел.: (04631) 7–19–72
E-mail: vidavn_ndu@ukr.net, www.ndu.edu.ua

Адреса сайту журналу у друкованій версії: <http://lkr.ndu.edu.ua/index.php/bn>

Верстка та макетування – **О. В. Борщ**
Дизайн обкладинки – **В. М. Косяк**

Підписано до друку 21.11.2024 р.
Гарнітура Arial
Замовлення №

Формат 60x84/8
Обл.-вид. арк. 6,32
Ум. друк. арк. 10,01

Папір офсетний
Тираж 100 пр.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 2137 від 29.03.05 р.

НДУ імені Миколи Гоголя, м. Ніжин, вул. Воздвиженська, 3^А

© В. І. Шейко, головний редактор, 2024
© НДУ ім. М. Гоголя, 2024

ISSN Online 2786-8478

ISSN Print 2786-846X

Ministry of Education and Science of Ukraine

**Nizhyn Mykola Gogol
State University**

Research Notes. biology research

**(Nizhyn Mykola Gogol
State University)**

ISSUE 3



Nizhyn – 2024

Research Notes. Biology Research (Nizhyn Mykola Gogol State University)

EDITORIAL BOARD:

Editor-in-Chief: Sheiko Vitaliy, Doctor of Biological Science, Professor, Professor at the Department of Biology of Nizhyn Mykola Gogol State University.

Deputy Editor-in-Chief: Kuchmenko Olena, Doctor of Biological Science, Professor, Head of the Department of Biology of Nizhyn Mykola Gogol State University.

Executive Secretary: Havii Valentyna, Candidate of Biological Science, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Biology of Nizhyn Mykola Gogol State University.

EDITORIAL BOARD MEMBERS:

Proćków Jarosław, Dr hab., prof. UPWr., Department of Plant Biology, Institute of Environmental Biology, Faculty of Biology and Animal Science, Wrocław University of Environmental and Life Sciences (Wrocław, Poland).

Wiercholska Sylwia, Dr, Department of Plant Biology, Institute of Environmental Biology, Faculty of Biology and Animal Science, Wrocław University of Environmental and Life Sciences (Wrocław, Poland).

Tulcan Camelia, Dr. hab., Professor, Faculty of Engineering and Applied Technologies, University of Life Sciences "King Michael I" from Timisoara (Timisoara, Romania).

Gürbüz Mehmet Faruk, PhD, Assistant Professor, Süleyman Demirel University, Arts and Science Faculty, Biology Department, Isparta (Isparta, Turkey).

Davitashvili Magda, Doctor of Biological Sciences, Professor at the faculty of Agrarian, Natural Sciences and Technologies, Program Coordinator of Quality Assurance Office, Iakob Gogebashvili Telavi State University (Telavi, Georgia).

Dereka Tetiana, Doctor of Pedagogical Science, Professor at the Faculty of Healthcare, Alexander Dubcek University of Trencin (Trencin, Slovak Republic).

Veselskiy Stanislav, Doctor of Biological Science, Senior Research Fellow at the Educational and Scientific Institute of High Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, (Kyiv, Ukraine).

Kuryata Volodymyr, Doctor of Biological Science, Professor, Professor at the Department of Biology of Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University (Vinnytsia, Ukraine).

Omelchuk Olena, Candidate of Pedagogical Science, Associate Professor, Associate Professor at the Department of health education and physical recreation of Dragomanov Ukrainian State University (Kyiv, Ukraine).

Journal "Research Notes. Biology Research (Nizhyn Mykola Gogol State University)" is included in the List of Scientific Professional Editions of Ukraine (category "B") in biology. Subject area: 091 Biology and Biochemistry pursuant to the Order of the MES of Ukraine dated 24.04.2024 № 582 (annex 2).

Scientific publication in biological sciences, founded in 2023 by Nizhyn Mykola Gogol State University. Certificate of registration – KV No. 25398-15338 R dated January 20, 2023.

Frequency: 4 times a year.

Registration of Print media entity: Decision of the National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine: Decision No. 1180, protocol No.13 as of 11.04.2024, media identifier R30-03790.

The National Library of Ukraine named after V.I. Vernadsky accepted for repository issues of the scientific publication "Research Notes. Biological Sciences" (Nizhyn Mykola Gogol State University), which are presented on the portal in the information resource "Scientific Periodicals of Ukraine".

The Collection is approved by Scientific Board of Nizhyn Mykola Gogol State University
Record № 2 of October 3, 2024.

N34 Research Notes. Biology Research (Nizhyn Mykola Gogol State University) / ed. V. I. Sheiko. Nizhyn: Mykola Gogol NSU, 2024. № 3. 80 p.

Publisher's address: 3^A Vozdvyzhenska Str., Nizhyn, Chernihiv Oblast,
Ukraine, 16600
Tel.: (04631) 7–19–72
E-mail: vidavn_ndu@ukr.net, www.ndu.edu.ua

The website address of the magazine in the print version: <http://lcp.ndu.edu.ua/index.php/bn>

Page making: **O. V. Borshch**
Cover design: **V. M. Kosiak**

Signed to print 21.11.2024 p.
Typeface Arial
Order №

Format 60x84/8
publisher's signature 6,32
press sheet 10,01

offset paper
print run 100

Certificate of the Publishing Subject
DK 2137 Dated March 29, 2005

Mykola Gogol NSU, Nizhyn, 3^A Vozdvyzhenska Str.

© Vitaliy Sheiko, Editor-in-Chief, 2024
© Mykola Gogol NSU, 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАУКОВІ ЗАПИСКИ. БІОЛОГІЧНІ НАУКИ
(Ніжинський державний університет
імені Миколи Гоголя)

Науковий журнал

Наукові записки. Біологічні науки, № 3, 2024 рік

ЗМІСТ

БІОХІМІЯ

| | |
|--|----|
| Гавій Т. А., Кучменко О. Б. Інтенсивність процесів вільнорадикального окиснення ліпідів та білків за контрольованої та резистентної артеріальної гіпертензії..... | 7 |
| Козлова Д. С., Кучменко О. Б. Зв'язок гематологічних показників з рівнем вітаміну D у жінок в першому триместрі вагітності в різних вікових групах | 16 |
| Осипчук Р. П., Кучменко О. Б. Оцінка антиоксидантного потенціалу водних екстрактів із листя винограду, квіток робінії, насіння базиліку та зерен пшениці..... | 25 |
| Шейко В. І., Кучменко О. Б., Мхітарян Л. С., Гавій В. М. Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на показники системного імунітету людини..... | 34 |

НОРМАЛЬНА І ПАТОЛОГІЧНА АНАТОМІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН

| | |
|---|----|
| Гончаренко В. В., Соколенко С. В., Соколенко В. Л. Особливості показників професійних фагоцитів в осіб віком 18–21 років в умовах стресових факторів сучасності..... | 45 |
| Дерека Т. Г., Шейко В. І. Використання тейпів у реабілітаційних програмах при дитячому церебральному паралічі | 53 |
| Казначеев Д. А., Шейко В. І. Особливості центральної гемодинаміки у дівчат з вродженими вадами зору | 59 |
| Кобаль І. В., Соколенко С. В., Соколенко В. Л. Показники лейкограми у працівників освітньої галузі на другому році пандемії COVID-19..... | 66 |
| Потапенко В. М. Сучасні методи ранньої та пізньої реабілітації пацієнтів після ішемічного інсульту..... | 74 |

CONTENTS

BIOCHEMISTRY

| | |
|--|----|
| Havii T., Kuchmenko O. Intensity of processes of free radical oxidation of lipids and proteins in controlled and resistant arterial hypertension | 7 |
| Kozlova D., Kuchmenko O. The relationship of hematological indicators with the level of vitamin D in women in the first trimester of pregnancy in different age groups..... | 16 |
| Osypchuk R., Kuchmenko O. Assessment of antioxidant potential in water extracts from grape leaves, robinia flowers, basil seeds and wheat grains... | 25 |
| Sheiko V., Kuchmenko O., Mkhitaryan L., Havii V. Determined influence of geochronoclimatic factors on indicators of human systemic immunity..... | 34 |

NORMAL AND PATHOLOGICAL ANATOMY, PHYSIOLOGY OF HUMANS AND ANIMALS

| | |
|--|----|
| Honcharenko V., Sokolenko S., Sokolenko V. Feature of indicators of professional phagocytes in person aged 18–21 in the conditions of modern stress factors | 45 |
| Dereka T., Sheiko V. Use of tapes in rehabilitation programs for children's cerebral palsy | 53 |
| Kaznacheev D., Sheiko V. Features of central hemodynamics in girls with congenital visual defects | 59 |
| Kobal I., Sokolenko S., Sokolenko V. Leukogram indicators of education industry employees in the second year of the COVID-19 pandemic..... | 66 |
| Potapenko V. Modern methods of early and late rehabilitation of patients after ischemic stroke | 74 |

БІОХІМІЯ

УДК 581.143:577.175.1.05
DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-7-15

Гавій Т. А.

аспірантка кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
tanyag2000@ukr.net
orcid.org/0000-0009-0001-5001-262X

Кучменко О. Б.

доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
kuchmenko1978@gmail.com
orcid.org/0000-0002-3021-8583

**ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ВІЛЬНОРАДИКАЛЬНОГО ОКИСНЕННЯ
ЛІПІДІВ ТА БІЛКІВ ЗА КОНТРОЛЬОВАНОЇ ТА РЕЗИСТЕНТНОЇ
АРТЕРІАЛЬНОЇ ГІПЕРТЕНЗІЇ**

На сьогоднішній час артеріальна гіпертензія є однією з найбільш поширених захворювань світу. Дані досліджень останніх років вказують на те, що первинною або вторинною причиною багатьох серцево-судинних захворювань, зокрема і артеріальної гіпертензії є оксидативний стрес, за якого порушується баланс між про- і антиоксидантними системами в бік переважання активності прооксидантних систем. Одним із основних субстратів для вільнорадикальних реакцій є ліпіди та білкові структури. Метою дослідження є вивчення інтенсивності процесів вільнорадикального окиснення ліпідів та білків за контрольованої та резистентної артеріальної гіпертензії. У дослідження було включено 65 осіб з контрольованою артеріальною гіпертензією, 50 осіб з резистентною артеріальною гіпертензією та контрольну групу становили 30 практично здорових людей. Дослідження проводились на базі КНП «Коростенська центральна міська лікарня» м. Коростень Житомирської області. З'ясовано, що кількість продуктів вільнорадикального окиснення білків в сироватці крові збільшена на 44,7 % у пацієнтів з контрольованою артеріальною гіпертензією та на 41,8 % у пацієнтів з резистентною артеріальною гіпертензією порівняно з пацієнтами контрольної групи. Також, кількість продуктів вільнорадикального окиснення білків в сироватці крові в фракціях ліпопротеїнів низької щільності та ліпопротеїнів дуже низької щільності збільшена на 57,8 % у пацієнтів з контрольованою артеріальною гіпертензією та на 64,9 % у пацієнтів з резистентною артеріальною гіпертензією порівняно з пацієнтами контрольної групи. Водночас, кількість продуктів вільнорадикального окиснення білків в фракціях ліпопротеїнів високої щільності збільшена у 2 рази у пацієнтів з контрольованою артеріальною гіпертензією та у 2,1 рази у пацієнтів з резистентною артеріальною гіпертензією порівняно з пацієнтами контрольної групи. Індекс перекисної модифікації атерогенних ліпопротеїнів низької щільності та дуже низької щільності збільшений на 47,3 % у пацієнтів з контрольованою артеріальною гіпертензією та на 76,7 % у

пацієнтів з резистентною артеріальною гіпертензією порівняно з пацієнтами контрольної групи. Це вказує на створення передумов для інтенсифікації вільнорадикальних процесів окиснення та розвитку оксидативного стресу. При цьому мають місце порушення функціональної активності антиоксидантних систем, зниження активності каталази та супероксиддисмутази, що більш виражено проявляється у пацієнтів з резистентною артеріальною гіпертензією.

Ключові слова: артеріальна гіпертензія, продукти вільнорадикального окиснення білків і ліпідів в сироватці крові, ліпопротеїни, ТБК-позитивні продукти, дієнові кон'югати, каталаза, супероксиддисмутаза.

Вступ. На сьогоднішній час артеріальна гіпертензія (АГ) є однією з найбільш поширених захворювань світу. Більше 40% мешканців України мають артеріальну гіпертензію. Разом з цим АГ є одним з факторів формування серцево-судинних захворювань, таких як ішемічна хвороба серця, гострий мозковий інсульт, інфаркт міокарда, раптова серцева смерть тощо [1].

Дані досліджень останніх років вказують на те, що первинною або вторинною причиною багатьох серцево-судинних захворювань, зокрема і артеріальної гіпертензії, є оксидативний стрес, за якого порушується баланс між про- і антиоксидантними системами в бік переважання активності прооксидантних систем [2–5].

Одним із основних субстратів для вільнорадикальних реакцій є ліпіди, в першу чергу молекули поліненасичених жирних кислот, ліпідні компоненти ліпопротеїнів та мембранних структур. Не менш важливою мішенню для активних форм кисню (АФК) є білкові структури, зокрема мембранні білки, апопротеїни ліпопротеїнів та асоційовані з ними інші білкові молекули [4–6]. Гіперліпідемія пов'язана з окислювальним стресом, утворенням окислених ліпопротеїнів і підвищеним ризиком тромбозу та розвитком запальних процесів у судинах. Продемонстровано, що окислювальний стрес відіграє важливу роль у патогенезі артеріальної гіпертензії. Ендотеліальні клітини судин відіграють важливу роль в артеріальній релаксації, що забезпечує розслаблення гладкої мускулатури судинної стінки і регулюючий вплив на артеріальний тиск, коронарний і органний кровообіг. Надлишкове утворення супероксидного радикала ендотелієм, який є фізіологічним антагоністом окису азоту (NO), може призвести до вазоконстрикції, що є визначальним фактором розвитку артеріальної гіпертензії [7]. Більшість робіт на сьогоднішній день підтверджують, що ліпопротеїни високої щільності (ЛПВЩ) завдяки участі в регуляції активності ендотеліальної NO-синтази проявляють протекторну дію в попередженні розвитку судинних захворювань, спричинених гіперхолестеринемією [7–9].

Тому, метою нашої роботи є вивчення інтенсивності процесів вільнорадикального окиснення ліпідів та білків за контрольованої та резистентної артеріальної гіпертензії.

Методи та організація досліджень. Дослідження проводились на базі КНП «Коростенська центральна міська лікарня» м. Коростень Житомирської області.

У дослідження було включено 115 пацієнтів (середній вік – 49,2±4,8 років), з них 65 осіб з контрольованою артеріальною гіпертензією і 50 осіб з резистентною артеріальною гіпертензією. Серед досліджуваних було 64 чоловіка (55,7 %) та 51 жінка (44,3 %). Контрольну групу складала 30 практично здорових людей відповідного віку та статі.

Клінічний діагноз встановлювався у відповідності до чинних рекомендацій Європейського товариства кардіологів на основі збору анамнестичних даних, фізичного обстеження, даних лабораторно-інструментальних методів обстеження: загальноклінічних аналізів, ехокардіографії, електрокардіографії.

В сироватці крові визначали інтенсивність процесів окиснення ліпідів за накопиченням первинних та вторинних продуктів їх окиснення – дієнових кон'югатів та

ТБК-позитивних продуктів спектрофотометрично [10]. Індекс перекисної модифікації атерогенних ліпопротеїнів визначали спектрофотометрично за методом [11]. Вміст продуктів вільнорадикального окиснення білків (ПВРОБ) у сироватці крові, сумарній фракції ліпопротеїнів низької щільності (ЛПНЩ) та ліпопротеїнів дуже низької щільності (ЛПДНЩ), фракції ліпопротеїнів високої щільності (ЛПВЩ) визначали спектрофотометрично за методом [12]. Активність антиоксидантних ферментів – каталази і супероксиддисмутази (СОД), визначали спектрофотометрично та спектрофлуорометрично відповідно [13-14].

Робота виконана у відповідності до біоетичних норм з дотриманням відповідних принципів Гельсінської декларації прав людини, Конвенції ради Європи про права людини і біомедицини та відповідних законів України [15, 16].

Статистичний аналіз проводився з використанням програми Statistica 12. Для перевірки нормального розподілу використовувався критерій Шапіро-Уїлка, Колмогорова-Смірнова із поправкою Ліллієфорса. Статистичну обробку проводили з використанням t-критерію Стьюдента. Різницю вважали достовірною при $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення. АФК здатні окиснювати білки клітинних мембран, порушуючи їх цілісність, інактивують клітинні і мембранні ферменти. У зв'язку з особливостями хімічної будови і структурної організації протеїнів, процес окисної модифікації білків має складний характер, що пов'язано з утворенням великої кількості окиснених продуктів радикальної та нерадикальної природи, які виснажують запаси клітинних антиоксидантів [17-22].

Проведені дослідження показали, що кількість продуктів вільнорадикального окиснення білків в сироватці крові збільшена на 44,7 % у пацієнтів з контрольованою артеріальною гіпертензією та на 41,8% у пацієнтів з резистентною АГ порівняно з пацієнтами контрольної групи (табл.1). З'ясовано, що кількість ПВРОБ в фракціях ліпопротеїнів низької щільності та ліпопротеїнів дуже низької щільності збільшена на 57,8% у пацієнтів з контрольованою АГ та на 64,9% у пацієнтів з резистентною АГ порівняно з пацієнтами контрольної групи. Також, кількість ПВРОБ в фракціях ліпопротеїнів високої щільності збільшена у 2 рази у пацієнтів з контрольованою АГ та у 2,1 рази у пацієнтів з резистентною АГ порівняно з пацієнтами контрольної групи (табл.1). Це свідчить, що у пацієнтів з резистентною та контрольованою АГ спостерігається активація вільнорадикальних окиснювальних реакцій, на що вказують достовірно високі порівняно з контрольованою групою рівні продуктів окиснення білків у сироватці крові та фракціях ліпопротеїнів. Надлишок АФК призводить до окиснювального стресу, а він, у свою чергу, до запалення клітин ендотелію та утворенню атеросклеротичної бляшки, що є фактором розвитку артеріальної гіпертензії.

Таблиця 1

Вміст продуктів вільнорадикального окиснення ліпідів та білків в сироватці крові та фракціях ліпопротеїнів у пацієнтів з АГ, ($M \pm m$)

| | Контрольна група (практично здорові особи) | Пацієнти з контрольованою АГ | Пацієнти з резистентною АГ |
|---|--|------------------------------|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Продукти вільнорадикального окиснення білків в сироватці крові (ум.од/мл) | 4,13 ± 0,16 | 6,03 ± 0,18* | 6,86 ± 0,12*# |

Продовження таблиці 1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|------------------|------------------|------------------|
| Продукти вільнорадикального окиснення білків в ЛПНЩ+ЛПДНЩ (ум.од/мг ліпідів) | 0,57 ± 0,05 | 1,13 ± 0,05* | 1,85 ± 0,06*# |
| Продукти вільнорадикального окиснення білків в ЛПВЩ (ум.од/мл) | 1,94 ± 0,95 | 3,84 ± 0,14* | 4,93 ± 0,20*# |
| ТБК-позитивні продукти, (ум.од/л) | 8,51 ± 0,72 | 11,33 ± 0,06* | 12,22 ± 0,07*# |
| Індекс перекисної модифікації атерогенних ліпопротеїнів (ЛПНЩ+ЛПДНЩ) (ІПМАЛП), ум.од./мг ліпідів | 2,41 ± 0,10 | 3,55 ± 0,11* | 4,26 ± 0,90* |
| Дієнові кон'югати (ДК), ум.од/л | 1,92 ± 0,10 | 3,58 ± 0,28* | 4,98 ± 0,34*# |
| Активність каталази, ум.од/л | 12,51 ± 0,48 | 6,32 ± 0,26* | 6,04 ± 0,22* |
| Активність супероксиддисмутази (СОД), ум.од/л | 1990,21 ± 103,54 | 1467,24 ± 58,84* | 1469,02 ± 59,91* |

Примітка: * – різниця достовірна порівняно з контрольною групою ($p < 0,05$),
– різниця достовірна порівняно з групою пацієнтів з контрольною АГ ($p < 0,05$).

Перекисне окиснення ліпідів (ПОЛ) є вільнорадикальним і постійно відбувається в організмі людини. З'ясовано, що індекс перекисної модифікації атерогенних ліпопротеїнів низької щільності та дуже низької щільності збільшений на 47,3% у пацієнтів з контрольною АГ та на 76,7% у пацієнтів з резистентною АГ порівняно з пацієнтами контрольної групи. Збільшення продуктів вільнорадикального окиснення білків в сироватці крові, в фракціях ліпопротеїнів низької щільності та ліпопротеїнів дуже низької щільності, індексу перекисної модифікації атерогенних ліпопротеїнів низької щільності та дуже низької щільності вказує на накопичення значної кількості АФК на фоні зниження активності антиоксидантної системи. Це може призводити до пошкодження структурних компонентів клітин, в першу чергу, внаслідок окиснення ліпідів та білків з утворенням значної кількості токсичних продуктів окиснювальної модифікації, які можуть дестабілізувати структуру клітини. Надзвичайно важливим є дестабілізація мітохондрій, внаслідок чого може знижуватися інтенсивність окиснювального фосфорилування, синтезу АТФ та спостерігається погіршення щільності структури цих органел. АФК призводять до інактивації монооксиду нітрогену (NO) у реакції утворення пероксинітриду, що призводить до порушення вазодилатації, пов'язаної з ендотелієм [18-21]. Таким чином, оксидативний стрес спричиняє ендотеліальну дисфункцію через зниження біодоступності ключового судинного регулятора NO, а також збільшення затримки натрію і води, що призводить до підвищення артеріального тиску і розвитку артеріальної гіпертензії [20-23].

Проміжні продукти перекисного окиснення ліпідів не є стабільними і швидко руйнуються з утворенням первинних продуктів ПОЛ: кетонів, дієнових кон'югатів, які

здатні ковалентно модифікувати ϵ -аміногрупи лізинових залишків білкової молекули. Останнє призводить до утворення як внутрішньо- і міжмолекулярних зшивок між протеолізованими апопротеїнами. Дієнові кон'югати відносяться до токсичних метаболітів, які мають пошкоджуючу дію на ліпопротеїди, білки, ферменти і нуклеїнові кислоти [24].

Проведені дослідження показали, що вміст дієнових кон'югатів збільшена у 1,9 рази у пацієнтів з контрольованою АГ та у 2,6 рази у пацієнтів з резистентною АГ порівняно з пацієнтами контрольної групи (табл.1).

Ліпопероксидази є досить не стійкими і піддаються подальшому окисненню, що супроводжується накопиченням вторинних продуктів окиснення – ненасичених альдегідів [24]. Вони реагують з тіобарбітуровою кислотою і утворюється так звані ТБК-позитивні продукти. З'ясовано, що вміст ТБК-позитивних продуктів збільшений на 33,1 % у пацієнтів з контрольованою АГ та на 76,8 % у пацієнтів з резистентною АГ порівняно з пацієнтами контрольної групи (табл.1). Відомо, що ТБК-позитивні продукти зшивають молекули ліпідів і знижують плинність мембрани. Внаслідок цього мембрана стає більш крихкою, що відіграє важливу роль в патогенезі артеріальної гіпертензії [25].

Важливою складовою антиоксидантного захисту клітини і організму є ферменти. Зокрема, супероксиддисмутаза (СОД) складає першу ланку захисту клітини від надмірної кількості АФК. Цей фермент зменшує ймовірність утворення гідроксильних радикалів, синглетного кисню, які через високу реакційну здатність не можуть бути видалені білковими каталізаторами [3]. Каталаза проявляє дві активності: каталазну та пероксидазну. При високих концентраціях пероксиду водню його основна функція полягає в тому, щоб брати участь у його розщепленні на воду і кисень (каталазна активність). І навпаки, за низької концентрації H_2O_2 переважає пероксидазна активність каталази, субстратами якої є сполуки, що мають природу донорів водню, наприклад, етанол, метанол, фенол та інші [2, 9, 24].

В результаті проведених досліджень було продемонстровано, що активності СОД і каталази зменшувалися у пацієнтів з контрольованою та резистентною АГ. Зокрема, активність СОД у пацієнтів з контрольованою АГ знижувалась на 22,3 % з контрольованою АГ, у пацієнтів з резистентною АГ – на 26,2 % порівняно з контрольованою групою. При цьому активність каталази у пацієнтів з контрольованою АГ зменшувалась на 2 рази, у пацієнтів з резистентною АГ у 2,1 рази порівняно з контрольованою групою. Це вказує на порушення роботи антиоксидантної системи. Внаслідок чого відбувається зростання утворення АФК. Накопичення значної кількості активних форм кисню на фоні зниження активності антиоксидантної системи може призводити до пошкодження структурних компонентів клітин, в першу чергу, внаслідок окиснення ліпідів та білків з утворенням значної кількості токсичних продуктів окиснювальної модифікації, які можуть дестабілізувати молекулярну структуру клітини.

Висновки. За АГ створюються передумови для інтенсифікації вільнорадикальних процесів окиснення та розвитку оксидативного стресу. При цьому мають місце порушення функціональної активності антиоксидантних систем, зниження активності каталази та супероксиддисмутази, що більш виражено проявляється у пацієнтів з резистентною АГ. У пацієнтів з контрольованою та з резистентною АГ спостерігається зростання вмісту продуктів вільнорадикального окислення ліпідів та білків в сироватці крові та фракціях ліпопротеїнів, що може слугувати маркером прогресування атеросклеротичного процесу.

Література

1. Що таке артеріальна гіпертензія: причини та симптоми. URL: <https://www.phc.org.ua/news/scho-take-arterialna-gipertenziya-prichini-ta-simptomi>.

2. Robaczewska J., Kedziora-Kornatowska K., Kozakiewicz M., Zary-Sikorska E., Pawluk H., Pawluszak W., Kedziora J. Role of glutathione metabolism and glutathione-related antioxidant defense systems in hypertension. *J Physiol Pharmacol*. 2016. 67 (3). P. 331–337.
3. Трохимович А. А., Кишко М. М., Сливка Я. І., Ганич О. Т. Вільнорадикальне окиснення і антиоксидантна система в серцево-судинній системі. *Науковий вісник Ужгородського університету, серія «Медицина»*. 2011. 2 (41). С. 361–364.
4. Ковальова О. М., Пасієшвілі Т. М. Біологічне та медичне значення антиоксидантної системи захисту організму людини. *Медицина сьогодні і завтра*. 2021. 90 (1). С. 21–32.
5. Kruk J., Aboul-Enein Hassan Y., Kładna A., Bowser Jacquelyn E. Oxidative stress in biological systems and its relation with pathophysiological functions: the effect of physical activity on cellular redox homeostasis. *Free Radic Res*. 2019. 53(5). P. 497–521.
6. Lobo V., Phatak A., Chandra N. Free radicals and functional foods: impact on human health. *Pharmacol. Rev*. 2010. 4. P. 118–126.
7. Valiyaveetil M., Kar N., Ashraf M. Z., Byzova T. V., Febbraio M., Podrez E. A. Oxidized high-density lipoprotein inhibits platelet activation and aggregation via scavenger receptor BI. *BLOOD*, 2008. 111 (4). P. 1962–1971.
8. Fearheller D. L., Brown M. D., Park J. Y., Brinkley T. E., Basu S., Hagberg J. M., Ferrell R. E. Exercise training, NADPH oxidase p22phox gene polymorphisms, and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2009. 41 (7). P. 1421–1428.
9. Sorriento D., De Luca N., Trimarco B. The antioxidant therapy: new insights in the treatment of hypertension. *Frontiers in Physiology*. 2018. 9. P. 258.
10. Vasylychenko V. S., Korol L. V., Kuchmenko O. B., Stepanova N. M. The oxidative status in patients with chronic kidney disease. *Ukr. Biochem. J*. 2020. 92 (5). P. 70–77.
11. Патент №30972А, Україна. Спосіб діагностики прогресуючого атеросклерозу / Євстратова І.Н., Мхітарян Л.С. та ін. Бюл. №2. 2000.
12. Shacter E. Quantification and significance of protein oxidation in biological samples. *Drug Metabolism Reviews*. 2000. 32 (3-4). P. 307–326.
13. Kuchmenko O., Tereshchenko N., Malynovska I., Babii L., Shumakov V., Sheiko V., Dereka T. Impact assessment of physical exercise on the factors for progression of atherosclerosis in patients after sustained myocardial infarction: a three-year follow-up. *Zdravotnicke listy*. 2023. 11 (2). С. 68–75.
14. Yusova O. I., Savchuk O. V., Grinenko T. V., Kuchmenko O. B., Mhitaryan L. S., Kupchins'ka O. H., Yevstratova I. N., Matova O. O., Vasilinichuk N. M., Drobot'ko T. F. Determination of plasminogen/plasmin system components and indicators of lipoproteins oxidative modification under arterial hypertension. *Ukr. Biochem. J*. 2018. 90 (1). P. 58–67.
15. Declaration of Helsinki of the World Medical Association "Ethical principles of medical research with the participation of a person as an object of research". 2008. Document 990_005, edition dated 10.01.2008. [online].
16. General Declaration on Bioethics and Human Rights. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: Science and Technology Ethics Division: Social Sciences and Humanities Sector. [online]. 2005.
17. Kratze A., Giral H., Ulf L. High-density lipoproteins as modulators of endothelial cell functions: alterations in patients with coronary artery disease. *Cardiovascular Research*. 2014. 103. P. 350–361.
18. Harrison D. G. The mosaic theory revisited: common molecular mechanisms coordinating diverse organ and cellular events in hypertension. *J. Am. Soc. Hypertens*. 2013. 7 (1). P. 68–74.
19. Montecucco F., Pende A., Quercioli A. Inflammation in the pathophysiology of essential hypertension. *J Nephrol*. 2011. No 24 (1). P. 23–34.
20. Montezano A. C., Touyz R. M. Oxidative stress, NOXs, and hypertension: experimental evidence and clinical controversies. *Ann. Med*. 2012. 44 (1). P. 2–16.
21. Martin C., Cameron J., McGrath B. Mechanical and circulating biomarkers in isolated clinic hypertension. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol*. 2008. 35 (4). P. 402–408.
22. Harrison D. G., Gongora M. C., Guzik T. J. Oxidative stress and hypertension. *J. Am. Soc. Hypertens*. 2007. 1 (1). P. 30–44.

23. Bauer J., Ripperger A., Frantz S. Pathophysiology of isoprostanes in the cardiovascular system: implications of isoprostane-mediated thromboxane A₂ receptor activation. *J. Pharmacol.* 2014. 171 (13). P. 3115–3131.

24. Просоленко К. О. Показники оксидативного стресу та антиоксидантної активності при коморбідності неалкогольної жирової хвороби печінки та артеріальної гіпертензії. *Український журнал медицини, біології та спорту.* 2020. 5 (1). С. 179–186.

25. Александрова К. В., Сінченко Д. М., Левіч С. В. Обмін складних ліпідів: гліцерофосфоліпідів та стероїдів. Регуляція та порушення обміну ліпідів: методичний посібник для викладачів. Запоріжжя: [ЗДМУ]. 2016. 76 с.

References

1. Shcho take arterialna hipertenzia: prychny ta symptomy. [What is arterial hypertension: causes and symptoms]. URL: <https://www.phc.org.ua/news/scho-take-arterialna-gipertenziya-prichini-ta-simptomi> [in Ukrainian].

2. Robaczewska, J., Kedziora-Komatowska, K., Kozakiewicz, M., Zary-Sikorska, E., Pawluk, H., Pawliszak, W., Kedziora, J. (2016) Role of glutathione metabolism and glutathione-related antioxidant defense systems in hypertension. *J Physiol Pharmacol*, 67 (3), P. 331-337 [in English].

3. Trokhymovych, A. A., Kyshko, M. M., Slyvka, Ya. I., Hanych, O. T. (2011) Vilno radykalne okysnennia i antyoksydantna systema v sertsevo-sudynnoi systemy [Free radical oxidation and the antioxidant system in the cardiovascular system]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu, seriya «Medytsyna» – Scientific Bulletin of Uzhhorod University, "Medicine" series*, 2 (41), 361-364. [in Ukrainian].

4. Kovalova, O. M., Pasiieshvili, T. M. (2021) Biolohichne ta medychne znachennia antyoksydantnoi systemy zakhystu orhanizmu liudyny [Biological and medical significance of the antioxidant defense system of the human body]. *Medytsyna sohodni i zavtra – Medicine today and tomorrow*, 90(1), 21-32 [in Ukrainian].

5. Kruk, J., Aboul-Enein Hassan, Y., Kładna, A., Bowser Jacquelyn, E. (2019) Oxidative stress in biological systems and its relation with pathophysiological functions: the effect of physical activity on cellular redox homeostasis. *Free Radic Res*, 53(5), P. 497-521 [in English].

6. Lobo, V., Phatak, A., Chandra, N. (2010) Free radicals and functional foods: impact on human health. *Pharmacol. Rev*, 4, 118-126 [in English].

7. Valiyaveetil, M., Kar, N., Ashraf, M. Z., Byzova, T. V., Febbraio, M. & Podrez, E. A. (2008) Oxidized high-density lipoprotein inhibits platelet activation and aggregation via scavenger receptor BI. *BLOOD*, 111(4), 1962-1971 [in English].

8. Fairheller, D. L., Brown, M. D., Park J. Y., Brinkley, T. E., Basu, S., Hagberg, J. M., Ferrell, R. E. (2009) Exercise training, NADPH oxidase p22phox gene polymorphisms, and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*, 41(7), 1421-1428 [in English].

9. Sorriento, D., De Luca, N., Trimarco, B. (2018) The antioxidant therapy: new insights in the treatment of hypertension. *Frontiers in Physiology*, 9. P. 258 [in English].

10. Vasylychenko, V. S., Korol, L. V., Kuchmenko, O. B., Stepanova, N. M. (2020) The oxidative status in patients with chronic kidney disease. *Ukr. Biochem. J*, 92 (5), 70-77 [in English].

11. Patent №30972A, Ukraina. Sposib diahnozyky prohresuiuchoho aterosklerozy [Method of diagnosing progressive atherosclerosis] / Yevstratova I.N., Mkhitarian L.S. ta in. Biul. №2. 2000 [in Ukrainian].

12. Shacter, E. (2000) Quantification and significance of protein oxidation in biological samples. *Drug Metabolism Reviews*, 32 (3-4), 307-326 [in English].

13. Kuchmenko, O., Tereshchenko, N., Malynovska, I., Babii, L., Shumakov, V., Sheiko, V., Dereka, T. (2023) Impact assessment of physical exercise on the factors for progression of atherosclerosis in patients after sustained myocardial infarction: a three-year follow-up. *Zdravotnicke listy*, 11 (2), 68-75 [in English].

14. Yusova O. I., Savchuk O. V., Grinenko T. V., Kuchmenko O. B., Mhitaryan L. S., Kupchins'ka O. H., Yevstratova I. N., Matova O. O., Vasilinchuk N. M., Drobot'ko T. F. (2018) Determination of plasminogen/plasmin system components and indicators of lipoproteins oxidative modification under arterial hypertension. *Ukr. Biochem. J*, 90 (1), 58-67 [in English].

15. Declaration of Helsinki of the World Medical Association "Ethical principles of medical research with the participation of a person as an object of research". (2008). Document 990_005, edition dated 10.01.2008. [online] [in English].
16. General Declaration on Bioethics and Human Rights. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: Science and Technology Ethics Division: Social Sciences and Humanities Sector. [online]. 2005 [in English].
17. Kratze, A., Giral, H., Ulf, L. (2014) High-density lipoproteins as modulators of endothelial cell functions: alterations in patients with coronary artery disease. *Cardiovascular Research*, 103, 350-361 [in English].
18. Harrison, D. G. (2013) The mosaic theory revisited: common molecular mechanisms coordinating diverse organ and cellular events in hypertension. *J. Am. Soc. Hypertens*, 7 (1), 68-74 [in English].
19. Montecucco, F., Pende, A., Quercioli, A.. (2011) Inflammation in the pathophysiology of essential hypertension. *J Nephrol*, 24 (1), 23-34 [in English].
20. Montezano, A. C., Touyz, R. M. (2012) Oxidative stress, Noxs, and hypertension: experimental evidence and clinical controversies. *Ann. Med*, 44 (1), 2–16 [in English].
21. Martin, C., Cameron, J., McGrath, B. (2008) Mechanical and circulating biomarkers in isolated clinic hypertension. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol*, 35 (4), 402-408 [in English].
22. Harrison, D. G., Gongora, M. C., Guzik, T. J. (2007) Oxidative stress and hypertension. *J. Am. Soc. Hypertens*, 1 (1), 30-44 [in English].
23. Bauer, J., Ripperger, A., Frantz, S. (2014) Pathophysiology of isoprostanes in the cardiovascular system: implications of isoprostane-mediated thromboxane A2 receptor activation. *J. Pharmacol*, 171 (13), 3115–3131 [in English].
24. Prosolenko, K. O. (2020) Pokaznyky oksydatyvnoho stresu ta antyoksydantnoi aktyvnosti pry komorbidnosti nealkoholnoi zhyrovoikhvoroby pechinky ta arterialnoi hipertenzii [Indicators of oxidative stress and antioxidant activity in comorbidity of non-alcoholic fatty liver disease and arterial hypertension]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu – Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports*, 5 (1), 179–186 [in Ukrainian].
25. Aleksandrova, K. V., Sinchenko, D. M., Levich, S. V. (2016) Obmin skladnykh lipidiv: hlitserofosfolipidiv ta steroidiv [Metabolism of complex lipids: glycerophospholipids and steroids]. Regulation and disorders of lipid metabolism. Rehuliatsiia ta porushennia obminu lipidiv: metodychnyi posibnyk dlia vykladachiv. Zaporizhzhia: ZDMU [in Ukrainian].

Havii T.

PhD student, Department of Biology
Nizhyn Mykola Gogol State University
gaviyv@gmail.com
orcid.org/0000-0009-0001-5001-262X

Kuchmenko O.

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Biology Department
Nizhyn Mykola Gogol State University
kuchmeh@yahoo.com
orcid.org/0000-0002-3021-8583

INTENSITY OF PROCESSES OF FREE RADICAL OXIDATION OF LIPIDS AND PROTEINS IN CONTROLLED AND RESISTANT ARTERIAL HYPERTENSION

Currently, arterial hypertension is one of the most common diseases in the world. Research data of recent years indicate that the primary or secondary cause of many cardiovascular diseases, in particular, arterial hypertension, is oxidative stress, which disrupts the balance between pro- and antioxidant systems in the direction of predominance of the activity of pro-oxidant systems. One of the main substrates for free

radical reactions are lipids and protein structures. Therefore, the aim of the research is to study the intensity of the processes of free radical oxidation of lipids and proteins in controlled and resistant arterial hypertension. The study included 65 people with controlled hypertension, 50 people with resistant hypertension, and 30 practically healthy people as a control group. The research was conducted on the basis of the Korosten Central City Hospital in the city of Korosten, Zhytomyr region. It was found that the number of products of free radical oxidation of proteins in blood serum increased by 44.7% in patients with controlled arterial hypertension and by 41.8% in patients with resistant hypertension compared to patients in the control group. Also, the number of products of free radical oxidation of proteins in blood serum in the fractions of low-density lipoproteins and very low-density lipoproteins increased by 57.8% in patients with controlled hypertension and by 64.9% in patients with resistant hypertension compared to patients in the control group. At the same time, the number of PBRBs in high-density lipoprotein fractions increased by 2 times in patients with controlled hypertension and by 2.1 times in patients with resistant hypertension compared to patients in the control group. The peroxidic modification index of atherogenic low-density and very-low-density lipoproteins was increased by 47.3% in patients with controlled hypertension and by 76.7% in patients with resistant hypertension compared to control patients. This indicates the creation of prerequisites for the intensification of free radical oxidation processes and the development of oxidative stress. At the same time, there is a violation of the functional activity of antioxidant systems, a decrease in the activity of catalase and superoxide dismutase, which is more pronounced in patients with resistant hypertension.

Key words: arterial hypertension, products of free radical oxidation of proteins and lipids in blood serum, lipoproteins, TBA-positive products, diene conjugates, catalase, superoxide dismutase.

Стаття до редакції надійшла 04.09.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 19.09.2024 рок

УДК 577.161.2:616.15]:612.63-055.2
DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-3-16-24

Козлова Д. С.

аспірантка кафедри біології,
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
darynakozlova2023@gmail.com
orcid.org/0009-0009-6084-3601

Кучменко О. Б.

доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри біології,
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
kuchmeb@yahoo.com
orcid.org/0000-0002-3021-8583

**ЗВ'ЯЗОК ГЕМАТОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ З РІВНЕМ ВІТАМІНУ D У ЖІНОК
В ПЕРШОМУ ТРИМЕСТРІ ВАГІТНОСТІ В РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУПАХ**

Вітамін D є важливим регулятором багатьох фізіологічних процесів, включаючи метаболізм кальцію, підтримання здоров'я кісткової системи, функціонування імунної системи та процеси еритропоезу. Дефіцит вітаміну D у вагітних жінок може впливати на показники крові, зокрема, викликати анемію та порушення метаболізму заліза. Наявність зв'язку між рівнем вітаміну D та гематологічними показниками у вагітних потребує подальшого дослідження. Метою даного дослідження було оцінити зв'язок між рівнем вітаміну D (25(OH)D) та гематологічними показниками у жінок в першому триместрі вагітності в різних вікових групах.

В дослідженні взяли участь 142 вагітні жінки, які були обстежені протягом квітня-травня 2024 року. Учасниць дослідження поділено на чотири групи за рівнем 25(OH)D у крові та на дві вікові групи для аналізу змін в гематологічних показниках.

Було виявлено, що низькі рівні вітаміну D асоціюються зі зниженням показників гемоглобіну, еритроцитів, гематокриту та середнього об'єму еритроцитів, особливо в групі з дефіцитом вітаміну D (< 10 нг/мл). Також виявлено тенденцію до зниження кількості лейкоцитів та тромбоцитів зі збільшенням рівня вітаміну D. Дефіцит вітаміну D може негативно впливати на гематологічні показники у вагітних жінок. Зокрема, вагітні з рівнем вітаміну D понад 30 нг/мл мали кращі гематологічні показники, що вказує на необхідність контролю та корекції дефіциту вітаміну D під час вагітності.

Ключові слова: вітамін D, вагітність, гематологічні показники (еритроцити, лейкоцити, тромбоцити, гемоглобін), анемія, еритропоез.

Вступ. Роль вітаміну D у підтриманні здоров'я на сьогодні не викликає сумнівів, а його дефіцит асоціюють із різними поширеними розладами, такими як скелетно-м'язові, метаболічні, серцево-судинні, злоякісні, аутоімунні та інфекційні захворювання. Міжнародна спілка ендокринологів наголошує на поширеності дефіциту вітаміну D по всьому світу, а групу ризику, серед інших, складають вагітні [1-3]. Останні дослідження вказують на зв'язок дефіциту вітаміну D та еритропоезу та вплив вітаміну D на покращення засвоєння заліза у вагітних з анемією. Так, у групі вагітних підлітків субоптимальний статус вітаміну D (< 50 нмоль/л) асоціювався з підвищеним ризиком недостатності заліза, і навпаки [4]. В системному огляді та мета-аналізі, де загалом було опрацьовано 985 досліджень, встановлено, що дефіцит вітаміну D може бути

фактором ризику розвитку анемії у вагітних жінок [5]. Але значного зв'язку між вітаміном D (25(OH)D), анемією (Hb) і маркерами заліза не виявлено серед молодих південноафриканських жінок, здебільшого не вагітних [6]. Взаємозв'язок між концентрацією 25(OH)D у сироватці крові та статусом заліза й анемією спостерігається у дітей віком до п'яти років у Південній Африці. Дослідження показують, що субоптимальні рівні вітаміну D (< 30 нг/мл) пов'язані зі збільшенням шансів на розвиток анемії, зокрема, залізодефіцитної анемії, особливо у дітей з недоїданням [7]. Жінки із системним червоним вовчаком (СЧВ) мають високий ризик анемії хронічного запалення, яка може поєднуватися із залізодефіцитною анемією, а дотація вітаміну D, через пригнічення прозапальних цитокінів, може поліпшити еритропоез [8].

Тому, метою даного дослідження було оцінити зв'язок між рівнем вітаміну D (25(OH)D) та гематологічними показниками у жінок в першому триместрі вагітності в різних вікових групах.

Методи та організація дослідження. З квітня по травень 2024 року було досліджено біологічний матеріал (сироватка крові та цільна кров), відібраний у 142 вагітних жінок (з 10 по 17 тиждень вагітності) віком 18-41 років, які перебували на обліку в спеціалізованій жіночій консультації комунального некомерційного підприємства «Перинатальний центр м. Києва». Вагітні жінки були розділені на 4 групи за рівнем 25(OH)D у сироватці крові та на 2 групи за віком, як наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Кількісний розподіл жінок в першому триместрі вагітності по групах

| Показники | Концентрація 25 (OH) D, нг/мл | | | | | | | |
|--------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | < 10 | | 10-20 | | 20-30 | | 30-50 | |
| Вік, роки | 18-30 | 31-41 | 18-30 | 31-41 | 18-30 | 31-41 | 18-30 | 31-41 |
| Кількість, n | 8 | 4 | 35 | 27 | 22 | 30 | 6 | 10 |

Було проведено вимірювання таких гематологічних показників: лейкоцити, гемоглобін, еритроцити, гематокрит, середній об'єм еритроцитів (MCV), тромбоцити на гематологічному аналізаторі Abacus 3CT (Угорщина), а також досліджено вміст 25(OH)D за допомогою методу імуноферментного аналізу (реагенти Monobind, USA та рідер Sinowa ER 500). В дослідження не включались вагітні з перенесеними інфекційними захворюваннями, такими як ВІЛ, сифіліс, інфекційні гепатити В і С та зразки з ознаками гемолізу та/або хільозу.

Робота виконана у відповідності до біоетичних норм з дотриманням відповідних принципів Гельсінської декларації прав людини, Конвенції ради Європи про права людини і біомедицини та відповідних законів України [9, 10].

Статистичну обробку та аналіз результатів дослідження проводилися з використанням пакету програм Microsoft 365. Для параметричних кількісних даних визначали середнє арифметичне значення (M) та помилку середньої арифметичної величини (m), середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації на рівні довірчої ймовірності $P > 0,95$ (або на рівні достовірності $p < 0,05$) за U-критерієм Манна-Уїтні.

Результати досліджень та їх обговорення. На першому етапі дослідження результати були розподілені на чотири групи за рівнем 25(OH)D у сироватці крові: менше 10 нг/мл (дефіцит вітаміну D), 10-20 нг/мл (недостатність вітаміну D), 20-30 нг/мл (субоптимальна кількість вітаміну D), та 30-50 нг/мл (достатня кількість вітаміну D), як наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Динаміка гематологічних показників крові у вагітних жінок у першому триместрі вагітності в залежності від концентрації вітаміну D

| Показники | Концентрації 25 (ОН) D, нг/мл | | | | Референтні діапазони |
|---------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|------------|----------------------|
| | < 10 | 10-20 | 20-30 | 30-50 | |
| Кількість, n | 12 | 62 | 52 | 15 | |
| Вік, роки | 28±1,4 | 29,9±0,6 | 31,5±0,7 | 31,3±1,2 | |
| 25 (ОН) D, нг/мл | 7,1±0,4 | 15,4±0,3 | 24,6±0,4 | 34,2±0,7 | 30-50 |
| Лейкоцити, 10 ⁹ /л | 8,2±0,4 | 7,9±0,2 | 7,9±0,3 | 7,5±0,4 | 4,0-9,0 |
| Гемоглобін, г/л | 119,7±3,3 | 127,2±1,2 | 125,7±1,4 | 129,1±1,7 | 120-150 |
| Еритроцити, 10 ¹² /л | 3,9±0,1 | 4,2±0,1 | 4,1±0,1 | 4,1±0,1 | 3,8-5,0 |
| Гематокрит, % | 35,3±0,9 | 37,3±0,4 | 36,7±0,4 | 37,5±0,6 | 35,0-45,0 |
| MCV, фл | 89,3±1,1 | 88,6±0,5 | 88,9±0,6 | 91,2±0,8 | 80-100 |
| Тромбоцити, 10 ⁹ /л | 250,8±12,2 | 229,8±6,4 | 229,3±6,1 | 208,6±10,0 | 180-360 |

При розподіленні отриманих гематологічних параметрів відповідно до концентрацій вітаміну D виявлено, що вагітні жінки з дефіцитом вітаміну D (< 10 нг/мл) мають нижчі рівні гемоглобіну, еритроцитів, гематокриту та MCV на відміну від вагітних з рівнем вітаміну D більше 30 нг/мл. Кількість лейкоцитів та тромбоцитів дещо зменшується у вагітних з достатнім рівнем вітаміну D в порівнянні з групою дефіциту.

В подальшому були сформовані дві групи за віком 18-30 років та 31-41 роки, які наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Порівняння основних показників у сформованих вікових групах вагітних жінок в першому триместрі

| Показники (M±m) | Група 1 | Група 2 |
|---------------------------------|-------------|-------------|
| | 18-30 років | 31-41 років |
| Кількість, n | 71 | 71 |
| Вік, роки | 26,5±0,4 | 34,6±0,3 |
| 25 (ОН) D, нг/мл | 18,9±0,9 | 21,4±0,9 |
| Лейкоцити, 10 ⁹ /л | 7,86±0,17 | 8,0±0,2 |
| Гемоглобін, г/л | 125,4±1,25 | 127±1,0 |
| Еритроцити, 10 ¹² /л | 4,14±0,04 | 4,16±0,04 |
| Гематокрит, % | 36,6±0,36 | 37,2±0,32 |
| MCV, фл | 88,5±0,47 | 89,6±0,47 |
| Тромбоцити, 10 ⁹ /л | 222±5,45 | 235±5,7 |

При формуванні вікових груп виявлено, що молодші жінки (18-30 років) мали нижчий середній рівень вітаміну D (18,9±0,9 нг/мл) порівняно з жінками старшої вікової групи (31-41 років), де цей показник склав 21,4±0,9 нг/мл. Щодо гематологічних параметрів у вікових групах суттєвих відмінностей не спостерігалось.

При розподіленні гематологічних параметрів відповідно до концентрацій вітаміну D в обох вікових групах спостерігається тенденція до підвищення рівня гемоглобіну зі збільшенням концентрації вітаміну D, як показано на рис. 1. Найнижчий рівень гемоглобіну спостерігається при концентрації вітаміну D менше 10 нг/мл, в обох вікових

групах, при цьому в групі вагітних віком 18-30 р. він нижчий порівняно з групою жінок віком 31-41 р. Подібна різниця спостерігається і при концентрації вітаміну D 10-20 нг/мл. У групі вагітних 31-41 років гемоглобін в середньому вищий при різних концентраціях вітаміну D порівняно з групою 18-30 років.

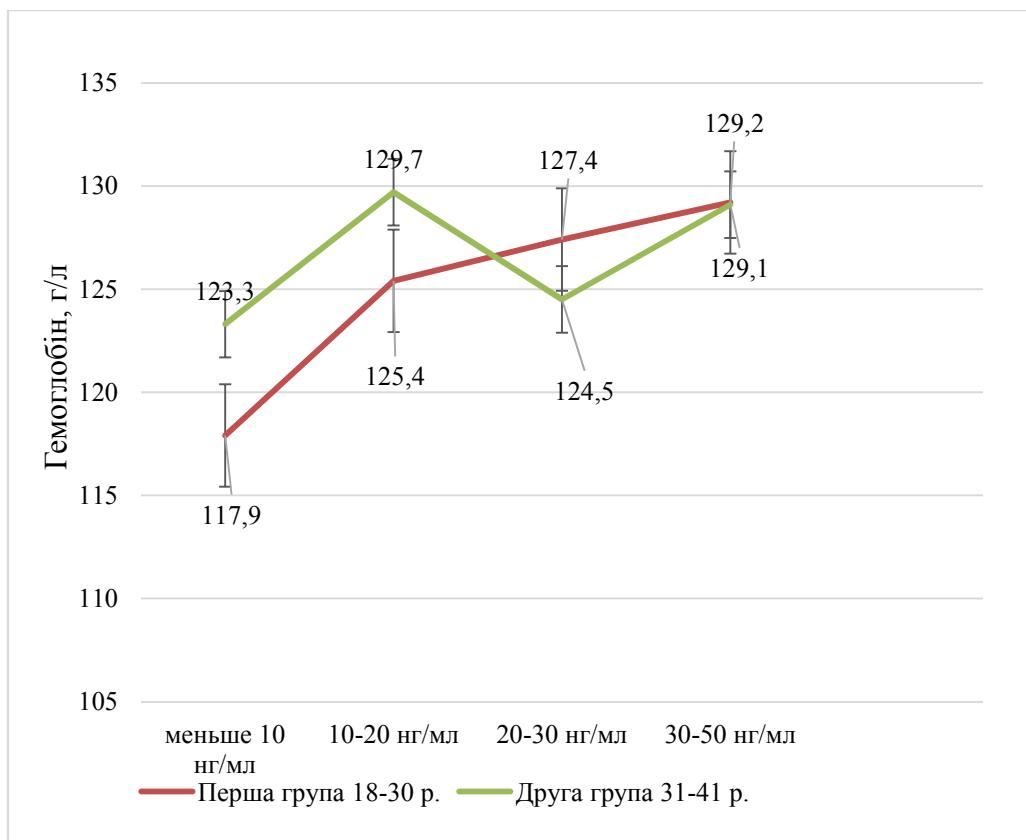


Рис. 1. Динаміка гемоглобіну в залежності від концентрації вітаміну D у вагітних жінок в різних вікових групах

В обох вікових групах спостерігається тенденція до підвищення кількості еритроцитів зі збільшенням концентрації вітаміну D від 10 нг/мл, як показано на рис. 2. Хоча, найнижча кількість еритроцитів спостерігається при концентрації вітаміну D менше 10 нг/мл в обох вікових групах, цей параметр не мав особливої мінливості.

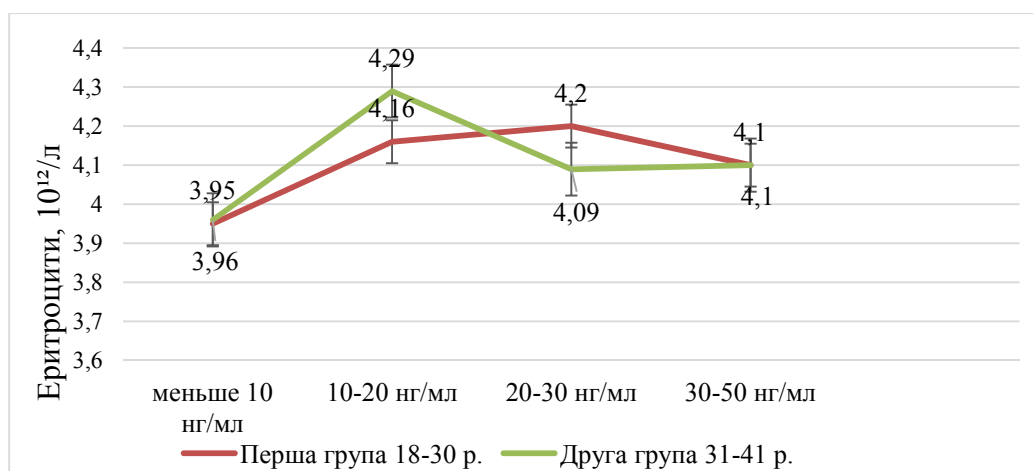


Рис. 2. Динаміка кількості еритроцитів у залежності від концентрації вітаміну D у вагітних жінок в різних вікових групах

В обох вікових групах середній об'єм еритроцитів (MCV) та гематокрит в залежності від концентрації вітаміну D особливо не змінювались, але у групі вагітних 31-41 років ці показники були дещо більшим в порівнянні з групою вагітних 18-30 років відповідно, як показано на рис. 3, 4. При цьому відмінності між групами в MCV спостерігаються в підгрупі з концентрацією вітаміну D менше 10 нг/мл, а відмінності величини гематокриту спостерігаються при концентрації вітаміну D менше 10 нг/мл та 10-20 нг/мл.

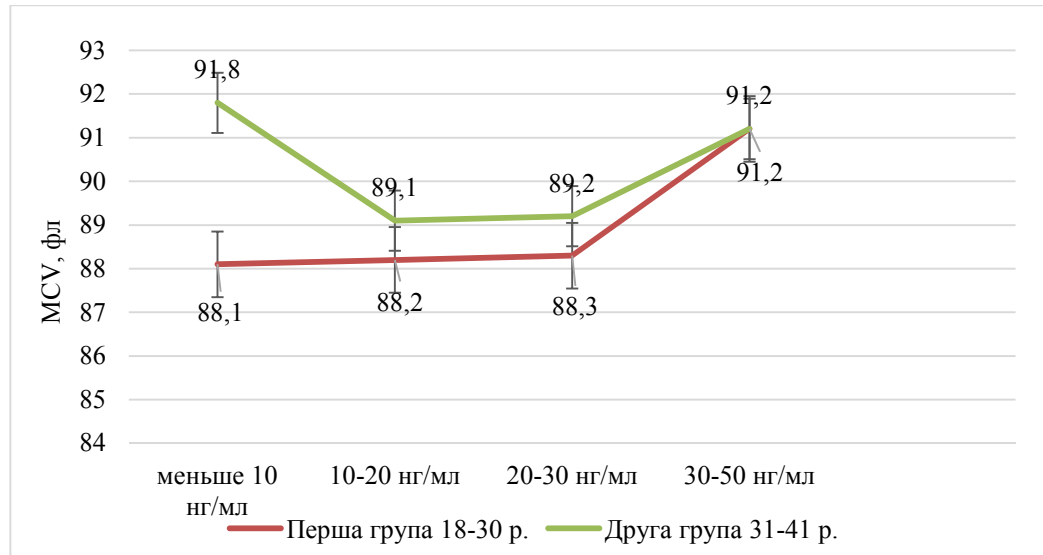


Рис. 3. Динаміка MCV в залежності від концентрації вітаміну D у вагітних жінок в різних вікових групах

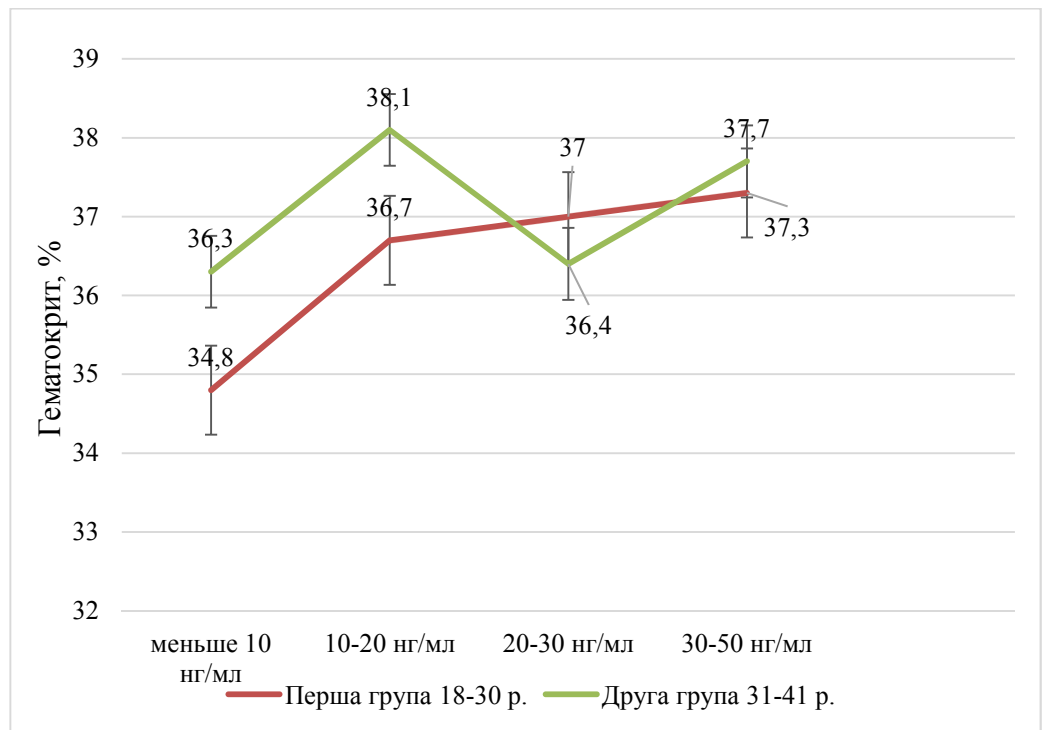


Рис. 4. Динаміка гематокриту в залежності від концентрації вітаміну D у вагітних жінок в різних вікових групах

В обох вікових групах кількість тромбоцитів особливо не відрізнялась, але помічена тенденція в зниженні кількості тромбоцитів при збільшенні рівня вітаміну D, як показано на рис. 5. Достовірна різниця у кількості тромбоцитів між групами спостерігалась при концентрації вітаміну D 20-30 нг/мл ($U = 468.0, p = 0.01$), а також в групі 18-30 р. при концентрації вітаміну D менше 10 нг/мл в порівнянні з 30-50 нг/мл ($U = 5.5, p = 0.02$).

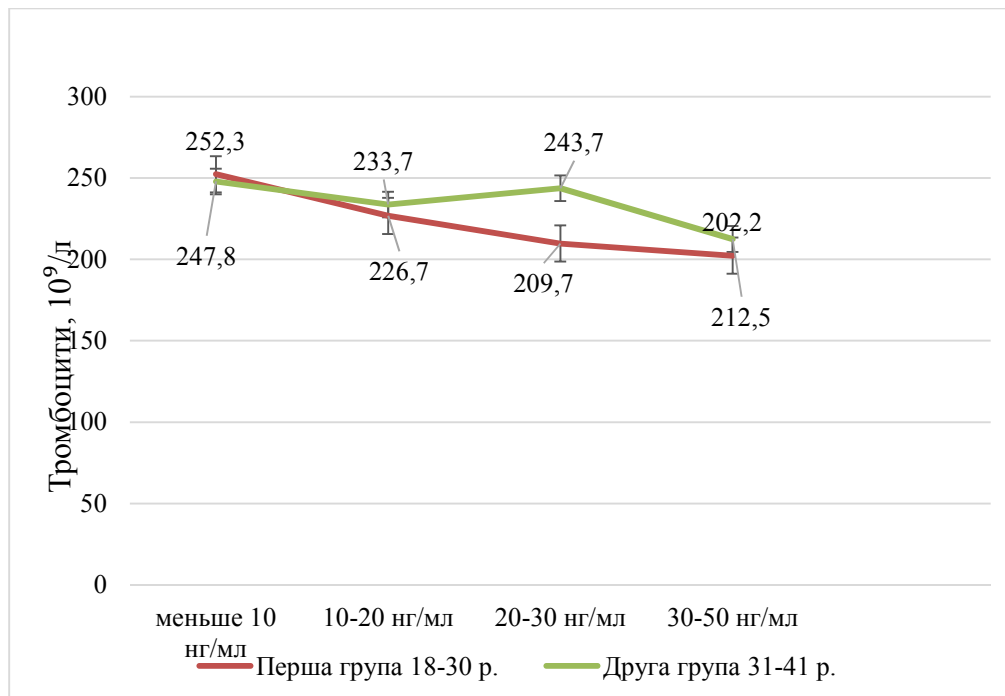


Рис. 5. Динаміка кількості тромбоцитів в залежності від концентрації вітаміну D у вагітних жінок в різних вікових групах

Загальна кількість лейкоцитів зменшується зі збільшенням концентрації вітаміну D в обох вікових групах. У групі 31-41 років спостерігається вищий початковий рівень лейкоцитів при концентрації вітаміну D < 10 нг/мл у порівнянні з молодшою групою, але тенденція до зниження аналогічна в обох групах, як показано на рис. 6.

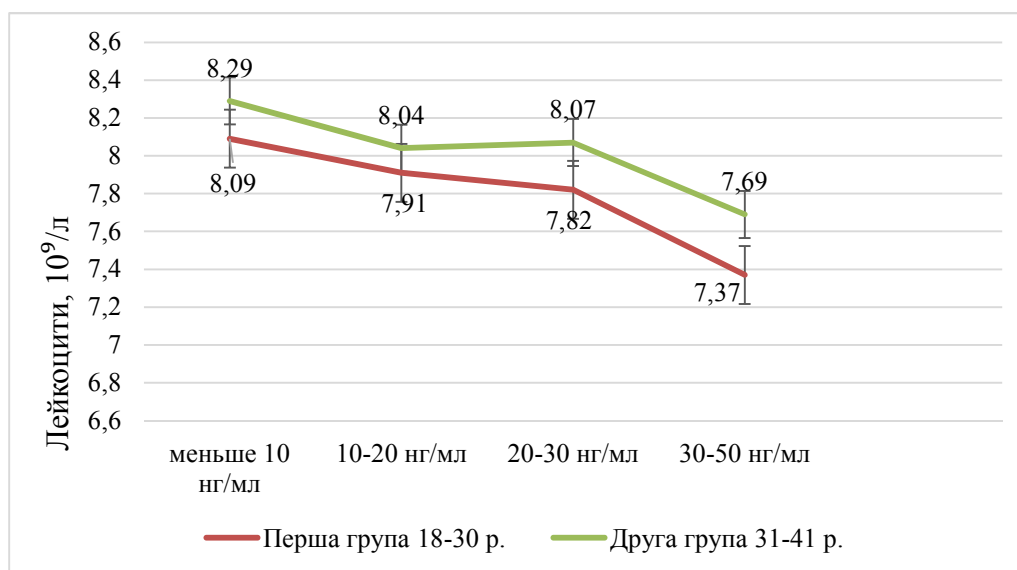


Рис. 6. Динаміка кількості лейкоцитів у залежності від концентрації вітаміну D у вагітних жінок в різних вікових групах

Отримані дані узгоджуються з дослідженнями [5], де автори повідомляють про 61 % збільшення ймовірності анемії у вагітних жінок з дефіцитом вітаміну D (<20 нг/мл). В дослідженні [4] автори зазначають, що серед вагітних жінок, що мають анемію, 75 % жінок мали концентрацію вітаміну D у сироватці <20 нг/мл порівняно з 52,2 % жінок у контрольній групі, а також про позитивну кореляцію між рівнями гемоглобіну та вітаміну D у вагітних (критерій Пірсона $r=0,200$, $p=0,05$).

Висновки. Результати дослідження демонструють певний зв'язок між рівнем вітаміну D та гематологічними показниками у жінок в першому триместрі вагітності в різних вікових групах. Виявлено, що низькі рівні вітаміну D (< 10 нг/мл) асоціюються з нижчими рівнями гемоглобіну, еритроцитів, гематокриту та середнього об'єму еритроцитів (MCV) в порівнянні з нормальними рівнями вітаміну D (> 30 нг/мл).

Але, для підтвердження, чи може дефіцит вітаміну D виступати фактором ризику розвитку анемії в пізніх термінах вагітності, потрібні додаткові дослідження. При концентраціях вітаміну D від 10 до 30 нг/мл не виявлено особливих коливань гематологічних параметрів в обох вікових групах. Також виявлено, що кількість лейкоцитів та тромбоцитів знижується з підвищенням рівня вітаміну D, що може свідчити про його потенційний протизапальний вплив.

Загалом, отримані дані свідчать про важливість підтримання достатнього рівня вітаміну D, а саме більше > 30 нг/мл, серед жінок в першому триместрі вагітності, для покращення гематологічних параметрів крові.

Література

1. Козлова Д. С., Кучменко О. Б., Мхітарян Л. С. Динаміка вмісту вітаміну D під час вагітності в залежності від віку жінки. *Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя)*. 2023. 1. С. 69-80.
2. Бойчук А. В., Якимчук Ю. Б., Буднік Т. О., Рябоконець М. О., Якимчук О. М. Клініко-лабораторні особливості обстеження вагітних жінок із різним рівнем вітаміну D. *Актуальні питання педіатрії, акушерства та гінекології*. 2023. 1. С. 85-89.
3. Nasantogtokh E., Ganmaa D., Altantuya S., Amgalan B., Enkhmaa D. Maternal vitamin D intakes during pregnancy and child health outcome. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*. 2023. 235. P. 106411.
4. Hitesh T., Khatuja R., Agrawal P., Dhamnetiya D., Jha R. P., Renjhen P. Unlocking the mystery of the role of Vitamin D in iron deficiency anemia in antenatal women: a case control study in a tertiary care hospital in New Delhi. *BMC pregnancy and childbirth*. 2023. 1. P. 749.
5. Lima M., Pereira M., Castro C., Santos D. Vitamin D deficiency and anemia in pregnant women: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition Reviews*. 2022. 80 (3). P. 428-438.
6. Soepnel L., Mabetha K., Draper C., Silubonde T., Smuts C., Pettifor J., Norris S. A Cross-Sectional Study of the Associations between Biomarkers of Vitamin D, Iron Status, and Hemoglobin in South African Women of Reproductive Age: the Healthy Life Trajectories Initiative, South Africa. *Current Developments in Nutrition*. 2023. 7 (5). P. 100072.
7. Carboo J., Dolman-Macleod R., Uyoga M., Nienaber A., Lombard M., Malan L. The relationship between serum 25-hydroxyvitamin D and iron status and anaemia in undernourished and non-undernourished children under five years in South Africa. *Human Nutrition & Metabolism*. 2023. 34. P. 200224.
8. Davydova I., Lymanskaya A., Kravets O. The role of vitamin D3 deficiency correction in optimizing the treatment of anemia in women with autoimmune diseases. *Ukrainian Journal of Perinatology and Pediatrics*. 2021. 1(85). P. 7-10.
9. Declaration of Helsinki of the World Medical Association "Ethical principles of medical research with the participation of a person as an object of research". 2008. Document 990_005, edition dated 10.01.2008. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. [Accessed 15.10.2024].
10. General Declaration on Bioethics and Human Rights. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: Science and Technology Ethics Division: Social Sciences and Humanities Sector. [online]. 2005. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf>. [Accessed 15.10.2024].

References

1. Kozlova, D. S., Kuchmenko, O. B., Mkhitaryan, L. S. (2023) Dynamika vmistu vitaminy D pid chas vagitnosti v zalezhnosti vid viku zhinky [Dynamics of Vitamin D Content During Pregnancy Depending on Woman's Age]. *Naukovi zapysky. Biolohichni nauky (Nizhynskiy derzhavnyi universytet imeni Mykoly Hoholia) – Proceedings. Biological Sciences (Mykola Gogol Nizhyn State University)*, 1, 69-80 [in Ukrainian].
2. Boichuk, A.V., Yakymchuk, Yu. B., Budnik, T. O., Riabokon, M. O., Yakymchuk, O. M. (2023) Kliniko-laboratorni osoblyvosti obstezhennia vagitnykh zhinok iz riznym rivnem vitaminy D [Clinical and Laboratory Features of Examining Pregnant Women with Different Levels of Vitamin D]. *Aktualni pytannia pediatrii, akusherstva ta hinekolohii – Current issues of pediatrics, obstetrics and gynecology*, 1, 85-89 [in Ukrainian].
3. Nasantogtokh, E., Ganmaa, D., Altantuya, S., Amgalan, B., Enkhmaa, D. (2023) Maternal vitamin D intakes during pregnancy and child health outcome. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 235, 106411 [in English].
4. Hitesh, T., Khatuja, R., Agrawal, P., Dhamnetiya, D., Jha, R.P., & Renjhen, P. (2023) Unlocking the mystery of the role of Vitamin D in iron deficiency anemia in antenatal women: a case control study in a tertiary care hospital in New Delhi. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 1, 749 [in English].
5. Lima, M., Pereira, M., Castro, C., & Santos, D. (2022) Vitamin D deficiency and anemia in pregnant women: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition Reviews*, 80(3), 428–438 [in English].
6. Soepnel, L., Mabetha, K., Draper, C., Silubonde, T., Smuts, C., Pettifor, J., & Norris, S. (2023) A cross-sectional study of the associations between biomarkers of vitamin D, iron status, and hemoglobin in South African women of reproductive age: The Healthy Life Trajectories Initiative, South Africa. *Current Developments in Nutrition*, 7(5), 100072 [in English].
7. Carboo, J., Dolman-Macleod, R., Uyoga, M., Nienaber, A., Lombard, M., & Malan, L. (2023) The relationship between serum 25-hydroxyvitamin D and iron status and anaemia in undernourished and non-undernourished children under five years in South Africa. *Human Nutrition & Metabolism*, 34, 200224 [in English].
8. Davydova, I., Lymanskaya, A., Kravets, O. (2021) The role of vitamin D3 deficiency correction in optimizing the treatment of anemia in women with autoimmune diseases. *Ukrainian Journal of Perinatology and Pediatrics*, 1(85), 7-10 [in English].
9. World Medical Association. (2008) Declaration of Helsinki "Ethical principles of medical research with the participation of a person as an object of research". Document 990_005, edition dated 10.01.2008. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. [Accessed 15.10.2024] [in English].
10. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2005). General Declaration on Bioethics and Human Rights. Science and Technology Ethics Division: Social Sciences and Humanities Sector. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf>. [Accessed 15.10.2024] [in English].

Kozlova D.

PhD student, Department of Biology
Nizhyn Mykola Gogol State University
darynakozlova2023@gmail.com
orcid.org/0009-0009-6084-3601

Kuchmenko O.

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Biology Department
Nizhyn Mykola Gogol State University
kuchmeh@yahoo.com
orcid.org/0000-0002-3021-8583

THE RELATIONSHIP OF HEMATOLOGICAL INDICATORS WITH THE LEVEL OF VITAMIN D IN WOMEN IN THE FIRST TRIMESTER OF PREGNANCY IN DIFFERENT AGE GROUPS

Vitamin D plays a crucial role in regulating various physiological processes, including calcium metabolism, bone health, immune response, and erythropoiesis. Recent studies suggest a potential link between Vitamin D deficiency and reduced hematological indices in pregnant women, which may contribute to the development of anemia. The aim of this study was to evaluate the relationship between the level of vitamin D (25(OH)D) and hematological indicators in women in the first trimester of pregnancy in different age groups.

The study involved 142 pregnant women examined during April-May 2024. Participants were divided into four groups based on their serum 25(OH)D levels and further categorized into two age groups to analyze changes in hematological indices.

The study found that low Vitamin D levels were associated with lower hemoglobin, red blood cell count, hematocrit, and mean corpuscular volume, particularly in the group with Vitamin D deficiency (<10 ng/ml). A trend of decreasing leukocyte counts with increasing Vitamin D levels was also observed.

The findings highlight the importance of maintaining adequate Vitamin D levels to normalize hematological indices in pregnant women, especially considering the potential anti-inflammatory effects of Vitamin D and its role in enhancing iron absorption and preventing anemia.

Key words: Vitamin D, pregnancy, hematological indices, anemia, erythropoiesis.

Стаття до редакції надійшла 06.09.2024 року

Рецензія на статтю надійшла 23.09.2024 року

УДК 57:[678.048:631.577
DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-3-25-33

Осипчук Р. П.

аспірант кафедри біології
Ніжинського державного університету імені миколи Гоголя
ruslan0399os@gmail.com
orcid.org/0009-0007-2193-0839

Кучменко О. Б.

доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри біології
Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя
kuchmenko1978@gmail.com
orcid.org/0000-0002-3021-8583

**ОЦІНКА АНТИОКСИДАНТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВОДНИХ ЕКСТРАКТІВ
ІЗ ЛИСТЯ ВИНОГРАДУ, КВІТОК РОБІНІЇ, НАСІННЯ БАЗИЛІКУ
ТА ЗЕРЕН ПШЕНИЦІ**

Дослідження зі збагачення харчових продуктів у наш час набуває важливого значення. Все через інтенсифікацію процесів окислення їх структурних компонентів та високим вмістом антиоксидантів у рослинних екстрактах. До окиснювальних процесів належить і перекисне окиснення ліпідів (ПОЛ), що є комплексом ланцюгових реакцій, що протікають за участю активних форм кисню. Накопичення великої кількості продуктів окиснення може призвести до швидкого псування продуктів та втрати їх цілющих властивостей. Також, ці продукти в організмі людини у великій кількості сприяють розвитку патологічних станів: отруєння, ріст злоякісних пухлин тощо.

Також розповсюджено є використання рослинних екстрактів у медицині через високий вміст вітамінів, антиоксидантів, мікроелементів, білків та вуглеводів. В роботі було досліджено водні екстракти із листя винограду, квіток робінії, насіння базиліку та зерен пшениці на вміст загальних, білкових та небілкових SH-груп, відновленого глутатіону, вітаміну С, ТБК-позитивних продуктів, антоціанових пігментів та активність каталази та аскорбатпероксидази.

В результаті дослідження встановлено, що найбагатшим на вміст загальних та білкових SH-груп, відновленого глутатіону та ТБК-позитивних продуктів є екстракт із насіння базиліка. Також в ньому ідентифіковано найвищий рівень активності каталази та аскорбатпероксидази. Екстракт із листя винограду містить найвищий рівень вітаміну С та антоціанових пігментів. Екстракт із квіток робінії володіє найвищим вмістом небілкових SH-груп. Найнижчий рівень вмісту всіх перерахованих вище речовин містить екстракт із зерен пшениці.

Результати даного дослідження можуть бути використані в подальшому вивченні антиоксидантного потенціалу рослинних екстрактів із можливістю використання їх у медицині, харчових технологіях щодо.

Ключові слова: антиоксидантна система, каталаза, аскорбатпероксидаза, продукти окислення ліпідів, вітаміни, SH-групи, рослинні екстракти, листя винограду, квітки робінії, насіння базиліку, зерна пшениці.

Вступ. Збагачення харчових продуктів рослинними екстрактами у наш час набирає популярності через стрімке погіршення екологічного стану, широкого розповсюдження дефіцитних станів за вітамінами, що є причиною зростання рівня неконтрольованих окиснювальних процесів структурних компонентів продуктів харчування:

білків, ліпідів, вуглеводів та вільних структурно-функціональних груп, порушення обмінних процесів в організмі [1]. Антиоксиданти, що містяться в рослинних екстрактах, здатні гальмувати ці процеси [2].

Нашу увагу привернули екстракти з листя винограду, квіток робінії, насіння базиліка та зерен пшениці. Рослини, що використовують для приготування цих екстрактів, є доступними та мають високий вміст білків, вуглеводів, вільних метаболітів, антиоксидантів та мінеральних речовин.

Базилік (Ocimum basilicum L.) зустрічається по всьому світу і використовується в харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості. Однак харчові та функціональні властивості його насіння вивчені мало. Насіння базиліку містить високий вміст білків (11,4–22,5 г / 100 г), з усіма незамінними амінокислотами, крім триптофану [3]. Також насіння базиліку має високий вміст данолевої кислоти (12-85,6 г / 100 г) та мінералів, таких як кальцій, калій і магній. Нещодавно було встановлено, що насіння базиліку має у своєму складі фенольні сполуки: орієнтин, вісентин і розмаринову кислоту [4]. Продемонстровано важливість споживання насіння базиліку для профілактики діабету 2 типу, серцево-судинних захворювань. Також, доведено, що екстракт базиліку здатен захищати клітини A549 від ефектів, опосередкованих інфекційним захворюванням, спричиненим паличкою Фрідлендера (*Klebsiella pneumoniae*), пригнічуючи загибель клітин внаслідок апоптозу [5]. Відомо також про протизапальні, антимікробні, противиразкові, антикоагулянтні та антидепресивні властивості екстракту із насіння базиліка [6].

Останні роки набирає популярності вивчення компонентів антиоксидантної системи виноградного листя (*Vitis vinifera L.*). Встановлено, що водні екстракти виноградного листя володіють високим вмістом фенольних сполук ($55,4 \pm 0,1$ мг/г маси сухої речовини) [7]. Продемонстровано дозозалежне гальмування проліферації клітин гепатокарциноми HepG2 та клітин раку молочних залоз MCF-7 за дії екстракту з виноградного листя [8].

Дослідження екстрактів з квіток робінії (*Robinia pseudoacacia L.*) лише набирає популярності. Доведено, що квітки робінії багаті на вміст білку (1,35-7,46 г/100г) [9]. На сьогодні встановлено, що екстракт з квіток робінії здатен пригнічувати IL-1 β -опосередкований ангіогенез шляхом блокування передачі сигналів IL- β , пригнічення фосфорилування IL-1 β протеїнази та інгібування експресії мРНК IL-1 β -індукованих проангіогенних факторів, включно з VEGFA, FGF2, ICAM1, CXCL8 та IL6 [10]. Таким чином, екстракт з квіток робінії може бути перспективним агентом у протипухлинній терапії.

Пшениця (*Triticum sp.*) є одним з найважливіших злаків як джерело природних антиоксидантів. Зерно пшениці містить високий вміст біоактивних сполук: фенолкарбонові кислоти (136,8-233,9 мкг/г), фітостероли (562,6-1035,5 мкг/г), токофероли (19,3-292,7 мкг/г), алкілрезорцини AP (99,9-316,0 мкг/г) [11]. Також у зерні пшениці містяться хлорогенова, каваова, ферулова, р-кумарова та синапінова кислоти. Всі ці сполуки присутні у зв'язаних формах, у вигляді фенольних кислот [12, 13]. Саме ці речовини формують антиоксидантний потенціал.

Метою роботи є оцінка антиоксидантного потенціалу водних екстрактів із листя винограду, квіток робінії, насіння базиліку та зерен пшениці.

Методи та організація дослідження. Для дослідження використовували водні екстракти з листя винограду (*Vitis vinifera L.*), квіток робінії (*Robinia pseudoacacia L.*), насіння базиліку (*Ocimum basilicum L.*) та зерен пшениці (*Triticum aestivum L.*). Рослини були зібрані навесні у місті Коростень, Житомирської області. Висушування проводилось у добре провітрюваному приміщенні за температури 23-28°C без прямого потрапляння сонячних променів. Екстракти готувались шляхом змішування води та сухої рослинної сировини у пропорції 7:3 з подальшою екстракцією за температури 90°C протягом 40 хв.

Вміст ТБК-позитивних продуктів оцінювали спектрофотометрично за утворенням триметинового комплексу альдегідів із 2-тіобарбітуровою кислотою при нагріванні до 100°C [14]. Вміст вітаміну С визначали спектрофотометрично за реакцією вітаміну з 2% метафосфорною кислотою у буфері 2% метафосфорної кислоти + 0,21М Na₃PO₄ у співвідношенні 3:2 (рН 7,3-7,4) [15]. Вміст SH-груп в рослинних екстрактах визначали спектрофотометрично. Принцип методу визначення рівня загальних SH-груп полягає в їх реакції з KI та крохмалем у фосфатному буфері (рН 7,6). Для визначення небілкових SH-груп попереднього проводили осадження білків трихлороцтовою кислотою [14]. Вміст відновленого глутатіону визначали спектрофотометрично в результаті його реакції з 5,5-дитіобіс-2-нітробензойною кислотою [16]. Активність каталази визначали спектрофотометрично за утворенням стійкого комплексу перекису водню з молібдатом амонію [17]. Активність аскорбатпероксидази визначали спектрофотометрично за зменшенням рівня H₂O₂ у фосфатному буфері (рН 7,8) у присутності аскорбінової кислоти та ЕДТА [18]. Статистична обробка результатів здійснювалась за допомогою методів математичної статистики, використовуючи стандартні вбудовані функції пакету спеціалізованого програмного забезпечення MS Office Excel – 2010.

Результати досліджень та їх обговорення. Важливу роль в підтримці про- та антиоксидантного балансу відіграють сполуки, що містять SH-групи. Завдяки наявності цих груп у вільному стані сполуки можуть проявляти антиоксидантну, антиоксидантну та імуномодулюючу дію. Також сполуки з SH-групою беруть участь в реакціях кон'югації та відновлення. Зокрема, глутатіон у відновленій формі захищає SH-групи від прямого впливу вільних радикалів та сильних окисників, що забезпечує нормальне їх функціонування, а саме підтримку біокаталітичної системи живих організмів, вплив на різні фізіолого-біохімічні процеси у складі глутатіон-залежних ферментів [19, 20].

В результаті дослідження найвищий вміст загальних SH-груп був встановлений в екстрактах із насіння базиліку (табл. 1). При цьому було рівень загальних SH-груп у екстрактах з листя винограду, квіток робінії та зерен пшениці є нижчим на 11,1 %, 5,55 % та 11,1 % відповідно, порівняно з екстрактом із насіння базиліку (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст загальних, білкових та небілкових SH-груп у рослинних екстрактах

| | Загальні SH-групи, ммоль/л | Білкові SH-групи, ммоль/л | Небілкові SH-групи, ммоль/л | Відновлений глутатіон, мкмоль/г маси тканини |
|------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|--|
| Екстракт із листя винограду | 90,6 ± 14,6 | 52,6 ± 7,5 | 38,0 ± 2,9 | 7,3 ± 0,7 |
| Екстракт із квіток робінії | 93,6 ± 5,8 | 20,5 ± 2,9 | 73,1 ± 2,9 | 9,9 ± 1,0 |
| Екстракт із насіння базиліку | 105,3 ± 5,8 | 93,6 ± 2,9 | 11,7 ± 2,9 | 15,5 ± 0,9 |
| Екстракт із зерен пшениці | 99,4 ± 5,8 | 55,6 ± 5,8 | 43,9 ± 3,9 | 6,2 ± 0,9 |

Найбільший рівень небілкових SH-груп спостерігався в екстрактах із квіток робінії. Вміст небілкових SH-груп в екстрактах із зерен пшениці, листя винограду та насіння базиліку їх вміст є нижчим на 40 %, 48,1 % та 84 % відповідно, порівняно з екстрактом із квітів робінії (табл. 1).

Натомість, вміст білкових SH-груп у екстракті з насіння базиліку є вищим на 43,8 %, 78,6 % та 40,6 % відповідно, порівняно з екстрактами з листя винограду, квіток робінії та зерен пшениці (табл. 1).

Разом з тим, було встановлено, що вміст відновленого глутатіону в екстракті з насіння базиліку вищий на 53,2 %, 36,6 % та 60,6 % відповідно, порівняно з екстрактами з листя винограду, квіток робінії та зерен пшениці (табл. 1).

Такий розподіл сульфгідрильних груп та відновленого глутатіону в екстрактах, що досліджувалися, можна пояснити різним біохімічним складом рослинної сировини, з якої готувалися екстракти.

Каталаза та аскорбатпероксидаза виконують функцію прямого знешкодження активних форм кисню, що значно сповільнює процеси утворення токсичного гідроксирадикала $\text{OH}\cdot$ [21]. Їх відмінність полягає в тому, що каталаза розщеплює перекис водню до H_2O та O_2 , а аскорбатпероксидаза відновлює H_2O_2 до H_2O . Каталаза здатна виконувати каталітичну функцію за рахунок особливостей своєї будови: наявності чотирьох ідентичних субодиниць, кожен з яких має залізорпфіриновий комплекс у якості кофактора. Аскорбатпероксидаза також має гемову групу в активному центрі, та для виконання повного комплексу функцій вона має множинні молекулярні форми, що відрізняються субстратною специфічністю, локалізацією та оптимальними умовами, що необхідні для каталізу хімічних реакцій [22].

Аскорбатпероксидаза локалізована переважно в хлоропластах, натомість каталаза найчастіше зустрічається в пероксисомах та мітохондріях [23].

В результаті проведених досліджень продемонстровано, що рівень активності каталази в екстракті з насіння базиліку вищий на 95,5 %, порівняно з екстрактом із зерен пшениці (табл. 2). При цьому в екстрактах із листя винограду та квіток робінії активність каталази не ідентифікувалася.

Таблиця 2

Активність каталази та аскорбатпероксидази в рослинних екстрактах

| | Активність каталази, мкмоль/хв на мл | Активність аскорбатпероксидази, мкмоль/г за хв |
|------------------------------|---|--|
| Екстракт із листя винограду | Не ідентифікована | 0,52 ± 0,01 |
| Екстракт із квіток робінії | Не ідентифікована | 0,32 ± 0,02 |
| Екстракт із насіння базиліку | 0,002 ± 3×10 ⁻⁴ | 0,55 ± 0,01 |
| Екстракт із зерен пшениці | 0,0009 ± 7,05×10 ⁻⁵ | 0,17 ± 0,01 |

Також було продемонстровано, що активність аскорбатпероксидази в екстракті із насіння базиліку вища на 5,5 %, 41,8 % та 69,1 %, відповідно, порівняно з екстрактами з листя винограду, квіток робінії та зерен пшениці.

Такі результати можуть бути обумовлені наявністю високого вмісту ліпідів у насінні базиліку [24], а також тим, що аскорбатпероксидаза є термостійким ферментом, а каталаза – термолабільним.

Вітамін С є одним з найпотужніших антиоксидантів. Стимулюючи синтез інтерферонів, за рахунок захисту ліпопротеїнів від окиснення, він задіяний в імунomodулюванні та інгібуванні перетворення глюкози на сорбітол [2]. У рослинних організмах аскорбінова кислота може відновлювати -S-S-зв'язки та виконувати функцію тимчасового проміжного транспортера перекису водню під час реалізації процесу дихання [26].

В рослинних організмах найвищий вміст аскорбінової кислоти було знайдено в плодах, проте також вона міститься в достатній кількості в листі та насінні.

В результаті дослідження було продемонстровано, що вміст вітаміну С у екстракті з листя винограду вищий на 66,6 %, 8,3 % та 58,3 % відповідно, порівняно з екстрактами із квіток робінії, насіння базиліку та зерен пшениці (табл. 3). Такі результати можуть бути пов'язаними з високим вмістом вітаміну С у листі винограду навесні, поки ягоди ще не сформовані [27].

За рівнем ТБК-позитивних продуктів можна оцінити інтенсивність протікання процесів перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ), які відбуваються за участю активних форм кисню. Висока інтенсивність неферментного ПОЛ може призвести до накопичення продуктів окиснення, що, в свою чергу, може стати однією із причин розвитку багатьох патологічних станів: злоякісних новоутворень, серцево-судинних патологій та ін. [25].

Серед ТБК-позитивних продуктів ПОЛ ключове місце займає малоновий діальдегід (МДА). Це низькомолекулярна високоактивна сполука, що постійно присутня у рослинах у низьких концентраціях за нормальних умов. Рівень МДА збільшується під час зростання інтенсивності впливу стресових факторів, що призводить до подальшої активації вільнорадикальних реакцій.

Таблиця 3

Вміст вітаміну С, ТБК-позитивних продуктів та суми антоціанових пігментів у рослинних екстрактах

| | Вміст вітаміну С, моль/л | ТБК-позитивні продукти, мкмоль/л | Сума антоціанових пігментів, % від сирової маси |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---|
| Екстракт із листя винограду | $0,12 \pm 3 \times 10^{-3}$ | $320,5 \pm 37,0$ | $5,03 \times 10^{-6} \pm 8,41 \times 10^{-8}$ |
| Екстракт із квіток робінії | $0,04 \pm 4 \times 10^{-3}$ | $138,9 \pm 4,3$ | $3,25 \times 10^{-6} \pm 8,41 \times 10^{-8}$ |
| Екстракт із насіння базиліку | $0,11 \pm 2 \times 10^{-3}$ | $331,1 \pm 10,6$ | Не ідентифіковано |
| Екстракт із зерен пшениці | $0,05 \pm 3 \times 10^{-3}$ | $128,2 \pm 37,0$ | $5,4 \times 10^{-7} \pm 4,9 \times 10^{-8}$ |

Також, нами було встановлено, що вміст ТБК-позитивних продуктів у екстракті з насіння базиліку вищий на 3,2 %, 58 %, та 61,3 % відповідно, порівняно з екстрактами з листя винограду, квіток робінії та зерен пшениці (табл. 3). Це може бути пов'язано з високим вмістом ліпідів у насінні базиліку [28].

Антоціанові пігменти є природними барвниками, що гарно розчинні у воді. Вони належать до групи флавоноїдів та є потужними антиоксидантами, відіграють значну роль у розмноженні, екофізіології та захисних механізмах рослин. Структурно, антоціани – це антоціанідини, модифіковані цукрами і ацилкислотами. Кольори антоціанів чутливі до впливу рН, світла, температури та іонів металів. Стабільність антоціанів контролюється різними факторами, в тому числі між- і внутрішньомолекулярними комплексами [29].

В результаті досліджень продемонстровано, що рівень вмісту антоціанових пігментів у екстракті з листя винограду вищий на 40 % та 90 %, порівняно з екстрактами із квіток робінії та зерен пшениці відповідно. У екстракті з насіння базиліка антоціанових пігментів не було ідентифіковано.

Отримані результати можуть бути пов'язані з особливостями збереження антоціанових пігментів та їх чутливістю до світла, рН-середовища та температури [29]. Також, відомо, що вміст антоціанових пігментів залежить від органу рослини. Зокрема, у листі та квітках їх більше, порівняно з насінням [29].

Висновки. В результаті дослідження було встановлено, що екстракт із насіння базилика має найвищий вміст загальних та білкових SH-груп, відновленого глутатіону, а також найвищу активність каталази та аскорбатпероксидази.

Натомість, екстракт із листя винограду продемонстрував найвищий рівень вмісту вітаміну С та антоціанових пігментів. Екстракт із квіток робінії містить найвищий вміст небілкових SH-груп.

Найбіднішим на вміст всіх досліджуваних сполук виявився екстракт із зерен пшениці.

Отримані результати важливі для подальших досліджень антиоксидантного потенціалу рослинних екстрактів з перспективою їх використання у медицині, харчовій промисловості тощо.

Література

1. Tanaka K. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological functions. *Animal Science Journal*. 2005. Vol. 76. №4. P. 291–303.
2. Вороніна Л. М., Десенко В. Ф. Біологічна хімія. Тернопіль: Вид-во НФАУ, 2000. С. 326-330.
3. Bilal A., Jahan N., Ahmed A., Bilal S. N., Habib S., Hajra S. Phytochemical and pharmacological studies on *Ocimum basilicum* Linn-A review. *Int. J. Curr. Res. Rev.* 2012. Vol. 2. №2. P. 73–83.
4. Khaliq R., Tita O., Sand C. A comparative study between seeds of sweet basil and psyllium on the basis of proximate analysis. *Sci. Pap. Ser. Manag. Econ. Eng. Agric. Rural. Dev.* 2017. Vol. 17. №3. P. 189–194.
5. Arundhathu S., Tejeshwar C. The Holy Basil Administration Diminishes the NF-κB Expression and Protects Alveolar Epithelial Cells from Pneumonia Infection through Interferon Gamma. Author manuscript. *Phytother Res.* 2022. Vol. 36. № 4. P. 1822-1835.
6. Rezapour R., Ghiassi Tarzi B., Movahed S. The effect of adding sweet basil seed powder (*Ocimum basilicum* L.) on rheological properties and staling of baguette bread. *Food Biosci. Technol.* 2016. Vol. 6. №2. P. 41–46.
7. You-Mei L., Jia-ling Y. Transcription Profiles Reveal Age-Dependent Variations of Photosynthetic Properties and Sugar Metabolism in Grape Leaves (*Vitis vinifera* L.). *Molecular Sciences*. 2022. №23. P. 1-17.
8. Selma F. Total Phenols from Grape Leaves Counteract Cell Proliferation and Modulate Apoptosis-Related Gene Expression in MCF-7 and HepG2 Human Cancer Cell Lines. *Molecules*. 2019. Vol. 24. №3. P. 600-613.
9. Jakubczyk K., Koprowska K. Edible Flowers as a Source of Dietary Fibre (Total, Insoluble and Soluble) as a Potential Athlete's Dietary Supplement. *Nutrients*. 2022. №14. P. 1-10.
10. Kim H., Jang J. Effect of *Robinia pseudoacacia* Leaf Extract on Interleukin-1β-mediated Tumor Angiogenesis. *In Vivo*. 2019. Vol. 33. №6. P. 1901-1910.
11. Jarvan M., Lukme L. The productivity, quality and bread – making properties of organically and conventionally grown winter rye. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2018. Vol. 105. №4. P. 323-330.
12. Gunenc A., HadiNezhad M. Effects of region and cultivar on alkylresorcinols content and composition in wheat bran and their antioxidant activity. *Journal of Cereal Science*. 2013. Vol. 57. №3. P. 405-410.
13. Trozzi C., Raffaelli F. Evaluation of antioxidative and diabetes-preventive properties of an ancient grain, KAMUT khorasan wheat, in healthy volunteers. *European Journal of Nutrition*. 2019. Vol. 58. №1. P. 151-161.
14. Осипчук Р., Кучменко О. Біохімічна характеристика антиоксидантного потенціалу коров'ячого та козиного молока. *Молодий вчений*. 2021. №11. С. 94-98.

15. Antonenko K., Duma M., Kreicberg V., Kunkulberga D. The influence of microelements selenium and cooper on the rye malt amylase activity and flour technological properties. *Agronomy Research*. 2016. №14. P. 1261–1270.
16. Берил'як Р. В. Особливості функціонування Ca²⁺-залежних регуляторних систем лімфоцитів крові жінок хворих на рак яєчника: дис. ... доктор філософії. 2021. С. 148.
17. Aebi H. Catalase in Vitro. *Methods Enzymol*. 1984. Vol. 105. №121-b. P. 121–126.
18. Nakano Y., Asada K. Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate-specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts. *Plant Cell Physiol*. 1981. Vol. 22. №5. P. 867–880.
19. Forman H., Zhang H. Glutathione: overview of its protective roles, measurement, and biosynthesis. *Mol Aspects Med*. 2009. Vol. 30. №1-2. P. 1-12.
20. Birsan A., Ali O. Whey protein protects liver mitochondrial function against oxidative stress in rats exposed to acrolein. *Arh Hig Rada Toksikol*. 2022. Vol. 73. №3. P. 200-206.
21. Wojsiech L. The present day look at lipid peroxidation. *Postepy biochem*. 2006. Vol. 52. №2. P. 173-179.
22. Tunga H., Sena G. Algaecidal and oxidative effects of metal-free phthalocyanine beta tetra-substituted with sodium 2-mercaptoethanesulfonate. *Turkish Journal of Chemistry*. 2022. Vol. 46. №2. P. 367-377.
23. Jinuan Z., Shengpu Sh. Photosynthetic and Photoprotective Responses to Steady-State and Fluctuating Light in the Shade-Demanding Crop *Amorphophallus xiei* Grown in Intercropping and Monoculture Systems. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. P. 1-15.
24. Lidiane D. Bioactive natural compounds and antioxidant activity of essential oils from spice plants. *Biomolecules*. 2020. Vol. 10. №7. P. 988-998.
25. Aruoma O. I., Halliwell B., Hoey B. M., Bucler J. The antioxidant action of N-acetylcysteine: its reaction with hydrogen peroxide, hydroxyl radical, superoxide, and hypochlorous acid. *Free Radical Biology and Medicine*. 1989. Vol. 6. №6. P. 593–597.
26. Панюта О. О., Белавя В. Н., Таран Н. Ю. Рання діагностика резистентності рослин до фітопатогенів за станом антиоксидантної системи (Методичні рекомендації). Київ: Вид-во Авега, 2019. С. 48.
27. Williams M. Biosynthesis of (+)-Tartaric Acid from I-[4-C]Ascorbic Acid in Grape and Geranium. *Plant physiology*. 1978. Vol. 61. №4. P. 672-674.
28. Lidiane D. Bioactive natural compounds and antioxidant activity of essential oils from spice plants. *Biomolecules*. 2020. Vol. 10. №7. P. 988-998.
29. Alappat B., Alappat J. Anthocyanin Pigments: Beyond Aesthetics. *Molecules*. 2020. Vol. 25. №23. P. 55-60.

References

1. Tanaka, K. (2005) Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological functions. *Animal Science Journal*, 4(76), 291–303 [in English].
2. Voronina, L. M., Desenko, V. F. (2000) *Bioloichna khimiia* [Biological Chemistry]. Ternopil: Vyd-vo NFAU, 326-330 [in Ukrainian].
3. Bilal, A., Jahan, N., Ahmed, A., Bilal, S.N., Habib, S., Hajra, S. (2012) Phytochemical and pharmacological studies on *Ocimum basilicum* Linn-A review. *Int. J. Curr. Res. Rev.*, 2(2), 73–83 [in English].
4. Khaliq, R., Tita, O., Sand, C. A. (2017) comparative study between seeds of sweet basil and psyllium on the basis of proximate analysis. *Sci. Pap. Ser. Manag. Econ. Eng. Agric. Rural. Dev*, 3(17), 189–194 [in English].
5. Arundhathu, S., Tejeshwar, C. (2022) The Holy Basil Administration Diminishes the NF-κB Expression and Protects Alveolar Epithelial Cells from Pneumonia Infection through Interferon Gamma. Author manuscript. *Phytother Res*, 4(36), 1822-1835 [in English].
6. Rezapour, R., Ghiassi Tarzi, B., Movahed, S. (2016) The effect of adding sweet basil seed powder (*Ocimum basilicum* L.) on rheological properties and staling of baguette bread. *Food Biosci. Technol*, 2(6), 41–46 [in English].
7. You-Mei, L., Jia-ling, Y. (2022) Transcription Profiles Reveal Age-Dependent Variations of Photosynthetic Properties and Sugar Metabolism in Grape Leaves (*Vitis vinifera* L.). *Molecular Sciences*, 23, 1-17 [in English].

8. Selma, F. (2019) Total Phenols from Grape Leaves Counteract Cell Proliferation and Modulate Apoptosis-Related Gene Expression in MCF-7 and HepG2 Human Cancer Cell Lines. *Molecules*, 3(24), 600-613 [in English].
9. Jakubczyk, K., Koprowska, K. (2022) Edible Flowers as a Source of Dietary Fibre (Total, Insoluble and Soluble) as a Potential Athlete's Dietary Supplement. *Nutrients*, 14, 1-10 [in English].
10. Kim, H., Jang, J. (2019) Effect of *Robinia pseudoacacia* Leaf Extract on Interleukin-1 β -mediated Tumor Angiogenesis. *In Vivo*, 6(33), 1901-1910 [in English].
11. Jarvan, M., Lukme, L. (2018) The productivity, quality and bread – making properties of organically and conventionally grown winter rye. *Zemdirbyste-Agriculture*, 4(105), 323-330 [in English].
12. Gunenc, A., HadiNezhad, M. (2013) Effects of region and cultivar on alkylresorcinols content and composition in wheat bran and their antioxidant activity. *Cereal Science*, 3(57), 405-410 [in English].
13. Trozzi, C., Raffaelli, F. (2019) Evaluation of antioxidative and diabetes-preventive properties of an ancient grain, KAMUT khorasan wheat, in healthy volunteers. *European Journal of Nutrition*, 1(58), 151-161 [in English].
14. Osypchuk, R., Kuchmenko, O. (2021) Biokhimichna kharakterystyka antyoksydantnoho potentsialu koroviachoho ta kozynoho moloka [Biochemical characteristics of the antioxidant potential of cow's and goat's milk]. *Molodyi vchenyi – Young Scientist*, 11, 94-98 [in Ukrainian].
15. Antonenko, K., Duma, M., Kreicberg, V., Kunkulberga, D. (2016) The influence of microelements selenium and cooper on the rye malt amylase activity and flour technological properties. *Agronomy Research*, 14, 1261–1270 [in English].
16. Beryliak, R. V. (2021) Osoblyvosti funktsionuvannia Sa²⁺-zaleznykh rehuliatomykh system limfotsytiv krovi zhynok khvorykh na rak yaiechnyka [Features of functioning of Ca²⁺-dependent regulatory systems of blood lymphocytes of women with ovarian cancer]: dys... doktor filosofii, 148 [in Ukrainian].
17. Aebi, H. (1984) Catalase in Vitro. *Methods Enzymol*, 121-b(105), 121–126 [in English].
18. Nakano, Y., Asada, K. (1981) Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate-specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts. *Plant Cell Physiol*, 5(22), 867–880 [in English].
19. Forman, H., Zhang, H. (2009) Glutathione: overview of its protective roles, measurement, and biosynthesis. *Mol Aspects Med*, 1-2(30), 1-12 [in English].
20. Birsan, A., Ali, O. (2022) Whey protein protects liver mitochondrial function against oxidative stress in rats exposed to acrolein. *Arh Hig Rada Toksikol*, 3, 200-206 [in English].
21. Wojsiech, L. (2006) The present day look at lipid peroxidation. *Postepy biochem*, 2(52), 173-179 [in English].
22. Tunga, H., Sena, G. (2022) Algaecidal and oxidative effects of metal-free phthalocyanine beta tetra-substituted with sodium 2-mercaptoethanesulfonate. *Turkish Journal of Chemistry*, 2(46), 367-377 [in English].
23. Jinuan, Z., Shengpu, Sh. (2021) Photosynthetic and Photoprotective Responses to Steady-State and Fluctuating Light in the Shade-Demanding Crop *Amorphophallus xiei* Grown in Intercropping and Monoculture Systems. *Frontiers in Plant Science*, 12, 1-15 [in English].
24. Lidiane, D. (2020) Bioactive natural compounds and antioxidant activity of essential oils from spice plants. *Biomolecules*, 7(10), 988-998 [in English].
25. Aruoma, O. I., Halliwell, B., Hoey, B. M., Bucler, J. (1989) The antioxidant action of N-acetylcysteine: its reaction with hydrogen peroxide, hydroxyl radical, superoxide, and hypochlorous acid. *Free Radical Biology and Medicine*, 6(6), 593–597 [in English].
26. Paniuta, O., Belava, V. N., Taran, N. Yu. (2019) Rannia diahnozyka rezystentnosti roslyn do fitopatoheniiv za stanom antyoksydantnoi systemy [Early diagnosis of plant resistance to phytopathogens based on the state of the antioxidant system (Methodological recommendations)]. Kyiv: Vyd-vo Avega, 48 [in Ukrainian].
27. Williams, M. (1978) Biosynthesis of (+)-Tartaric Acid from I-[4-C]Ascorbic Acid in Grape and Geranium. *Plant physiology*, 4(61), 672-674 [in English].
28. Lidiane, D. (2020) Bioactive natural compounds and antioxidant activity of essential oils from spice plants. *Biomolecules*, 7(10), 988-998 [in English].
29. Alappat, B., Alappat, J. (2020) Anthocyanin Pigments: Beyond Aesthetics. *Molecules*, 23(25), 55-60 [in English].

Osypchuk R.

PhD student, Department of Biology
Nizhyn Mykola Gogol State University
ruslan0399os@gmail.com
orcid.org/0009-0007-2193-0839

Kuchmenko O.

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Biology Department
Nizhyn Mykola Gogol State University
kuchmenko1978@gmail.com
orcid.org/0000-0002-3021-8583

ASSESSMENT OF ANTIOXIDANT POTENTIAL IN WATER EXTRACTS FROM GRAPE LEAVES, ROBINIA FLOWERS, BASIL SEEDS AND WHEAT GRAINS

Research on food fortification in our time is becoming important. All because of the intensification of oxidation processes of the structural components of food products and the high content of antioxidants in plant extracts. Oxidative processes include lipid peroxidation (POL), which is a complex of chain reactions involving reactive oxygen species. Accumulation of a large number of oxidation products can lead to rapid spoilage of products and loss of their healing properties. Also, these products in the human body in large quantities contribute to the development of pathological conditions: poisoning, the growth of malignant tumors, etc.

Also, the use of plant extracts in medical botany is common due to the high content of vitamins, antioxidants, trace elements, proteins and carbohydrates.

We examined aqueous extracts from grape leaves, robinia flowers, basil seeds and wheat grains for the content of common, protein and non-protein SH groups, reduced glutathione, vitamin C, TBC-positive products, anthocyanin pigments and catalase and ascorbate peroxidase activity.

As a result of the study, we found that the extract from basil seeds is the richest in the content of total and protein SH groups, reduced glutathione and TBC-positive products. He also exhibited the highest levels of catalase and ascorbate peroxidase activity. Grape leaf extract contains the highest levels of vitamin C and anthocyanin pigments. The extract from Robinia flowers has the highest content of non-protein SH-groups. The lowest level of all of the above substances contains an extract from wheat grains.

The results of this study can be used in further study of the antioxidant potential of plant extracts with the possibility of using them in medical botany, food technologies, etc.

Key words: antioxidant system, catalase, ascorbate peroxidase, lipid oxidation products, vitamins, SH-groups, plant extracts, grape leaves, robinia flowers, basil seeds, wheat grains.

**Стаття до редакції надійшла 06.09.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 23.09.2024 року**

УДК 612.122

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-3-34-44

Шейко В. І.

доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
interliycin@ukr.net
orcid.org/0000-0001-7932-4478

Кучменко О. Б.

доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
kuchmeb@yahoo.com
orcid.org/0000-0002-3021-8583

Мхітарян Л. С.

доктор медичних наук, професор,
професор кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
laurasmkhitaryan@gmail.com
orcid.org/0000-0002-2347-0107

Гавій В. М.

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
gaviyv@gmail.com
orcid.org/0000-0002-2804-0456

**ВІДТЕРМІНОВАНИЙ ВПЛИВ ГЕОХРОНОКЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ
НА ПОКАЗНИКИ СИСТЕМНОГО ІМУНІТЕТУ ЛЮДИНИ**

Функціональний стан організму регулюється спираючись на діяльності нервової, ендокринної та імунної систем. Дослідження останніх років з'ясували, що імунна система є не тільки ефекторною, вона здатна брати активну участь в міжклітинній взаємодії завдяки наявності широкого спектру рецепторів та різноманітних лігандів, які забезпечують її вплив та взаємодію з нервовою і ендокринною системами. Виражений вплив на функціональну активність імунної системи мають різноманітні фактори навколишнього середовища. Наявність тристоронньої системи регуляції функцій організму розширює загальні уявлення про формування адаптаційних реакцій. Фізичні та психоемоційні фактори є джерелом формування адаптаційних реакцій, які є характерною ознакою сучасного суспільства. Серед факторів, які викликають адаптаційні реакції, слід відмітити геохронокліматичні, поява цих факторів зумовлена технологічним розвитком та появою швидкісного транспорту. Саме швидкісний транспорт дає можливість сучасній людині долати великі відстані за короткий час та переміщуватися з одного кліматичного, часового та географічного поясу в інший. Метою нашого дослідження стало вивчення відтермінованого впливу геохронокліматичних факторів на показники системного імунітету у людей, що подолали понад 6500 км. та перетнули 6 часових поясів. В дослідженні брало участь 50 волонтерів, які було розподілені на дві групи: перша контрольна група – 25 осіб, друга група, на осіб якої впливали геохронокліматичні фактори – 25 осіб.

Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів (через 7 днів після перельоту Київ-Пекін) викликає максимальне функціональне навантаження на клітинну ланку системного імунітету, що супроводжується зменшенням Т-лімфоцитів за рахунок Т-хелперів/індукторів; неспецифічна ланка системного імунітету також має функціональне навантаження, що призводить до зменшення неспецифічної резистентності; гуморальна ланка системного імунітету зазнає мінімального відтермінованого впливу геохронокліматичних факторів і формує компенсаторну реакцію на функціональні порушення в неспецифічній та клітинній ланці системного імунітету.

Ключові слова: геохронокліматичні фактори, імунорезистентність, системний імунітет, нейтрофіли, лейкоцити, лімфоцити, Т- та В-лімфоцити, імуноглобуліни.

Вступ. Людське суспільство на сучасному етапі свого розвитку можна віднести до інформаційно-кібернетичного. Для цього типу суспільства характерний високий темп життя, наявність інтенсивних інформаційних потоків, фізична здатність людини швидко переміщуватись, долаючи значні відстані та перетинати кліматичні, часові та географічні пояси планети, дану можливість забезпечує наявність швидкісного транспорту: літаки, швидкісні потяги, автомобілі, які рухаються по швидкісним автотрасах. На людський організм мають значний вплив як щільні інформаційні потоки, так і здатність швидкого переміщення через декілька поясів географічних, кліматичних та часових, тим самим викликаючи функціональне напруження регуляторно-адаптаційних механізмів, які створюють фундамент для нормальних процесів життєдіяльності.

Проблема адаптаційних закономірностей та можливостей і резервів людського організму до дії факторів середовища є однією із актуальніших проблем сучасної біологічної в тому числі фізіологічної та медичної науки [6, 8, 12].

Реалізація адаптаційних реакцій формується під впливом поліфакторів ендогенного та екзогенного середовища, що супроводжується нашаруванням одних адаптаційних реакцій та механізмів на інші. Таке поєднання значно збільшує вірогідність розвитку генералізованих патофізіологічних процесів і проявів різних хвороб та імунологічних порушень [6, 8, 12].

Однією із чутливих систем організму людини є імунна, яка реагує на мінімальні зміни внутрішнього та зовнішнього середовища. Слід відмітити, що імунна система здійснює контроль не лише за генетичною сталістю організму, а й бере участь в контролі за станом гомеостазу. Будь-які функціональні порушення імунної системи формують патофізіологічні стани та процеси, які є ознакою патології або захворювання [6, 12, 20].

Серед сучасних факторів, які впливають на діяльність імунної системи, є геохронокліматичні фактори, поява яких зумовлена фізичною здатністю людини долати великі відстані за короткий час, при цьому перетинати декілька поясів часових, географічних та кліматичних.

Наукові літературні джерела містять незначний за об'ємом пласт досліджень, присвячених впливу геохронокліматичних факторів на людський організм. Цій проблемі присвячені роботи Шейка В. І., Соболя Є. В., Весельського С. П., які надають характеристику показниками системного імунітету та стану нейродинамічних функцій [9-11, 14-16, 19]. Науковий доробок науковців [2, 7, 13, 17] характеризують відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на окремі ланки системного імунітету та стан нейродинамічних функцій людського організму.

Таким чином, метою нашого дослідження стало вивчення відтермінованого впливу геохронокліматичних факторів на показники системного імунітету людей, що подолали понад 6500 км. та перетнули 6 часових поясів.

Методи та організація дослідження. В дослідженні взяло участь 50 волонтерів, які було розподілено на дві групи: перша контрольна – 25 осіб, друга група, на

осіб якої впливали геохронокліматичні фактори – 25 осіб. Всі волонтери були практично здорові люди, які не мали хронічних захворювань, віком від 25 до 45 років. Волонтери були чоловічої та жіночої статі, співвідношення складало 48 % чоловіків та 52 % жінок. Дослідження проводилося в період листопад-грудень з 2017 по 2022 рік.

Координатором дослідження була кафедра біології Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя.

Учасники дослідної групи подолали 6500 км за 8 годин та 40 хвилин, вилетівши літаком з міжнародного аеропорту «Бориспіль» (Україна) і прилетівши до міжнародного аеропорту «Шоуду» (м. Пекін, Китайська народна республіка); тривалість польоту становила 14-15 годин. Пекін розташований в мусонно-субтропічному поясі та в 8-му часовому поясі. Клімат мусонний субтропічний, для якого характерне спекотне вологе літо завдяки впливу східних мусонів і холодна вітряна суха зима, що формується під впливом сибірських антициклонів. Середня температура в січні становить $-7...-4$ °C, у липні – $25...26$ °C. За рік випадає понад 600 міліметрів опадів, 75 % яких випадає влітку, тому в Пекіні часто взимку може бути нижче -10 °C, і при цьому відсутній сніг. Київ розташований в помірно-континентальному кліматичному поясі та в 2-му часовому поясі. Клімат помірно континентальний, із м'якою зимою і теплим літом. Середньомісячні температури січня $-3,2$ °C, липня $+21,3$ °C. Абсолютний мінімум – $-32,2$ °C (7, 9 лютого 1929 року), абсолютний максимум – $+39,9$ °C (серпень 1898 року) (за іншими даними: $+39,4$ °C, 30 липня 1936 року). Середньорічна кількість опадів – 616 мм, максимум опадів припадає на червень (72 мм), мінімум – на січень (37 мм). Взимку в Києві утворюється сніговий покрив, середня висота покриву в лютому 20 см, максимальна – 440 см. Середньорічна загальна хмарність – 6,4 бала, максимум припадає на грудень (8,1), мінімум – на серпень (4,9). Середня вологість повітря – від 64 % (травень) до 85 % (листопад). Різниця в часі між Києвом та Пекіном становить +6 годин [1].

Статус системного імунітету оцінювали стандартними методиками: проведення клінічного аналізу крові із встановленням лейкоцитарної формули; визначенням кількості нейтрофільних лейкоцитів, моноцитів, лімфоцитів, імунофенотипування лімфоцитів методами проточної цитофлюориметрії у реакціях із зв'язуванням моноклональних антитіл до антигенних детермінант CD3+ (загальні Т-лімфоцити), CD3+/CD4+ (Т-хелпери/індуктори), CD3+/CD8+ (Т-супресори/цитотоксичні), CD16+ (натуральні Т-лімфоцити-кілери), CD22+ (В-лімфоцити) [5, 20]. Імунофенотипування лімфоцитів проводили методом проточної цитофлюориметрії у реакціях із зв'язуванням моноклональних антитіл (МкАТ) до антигенних детермінант у зразках цільної венозної крові за допомогою наборів МкАТ AQUIOS Tetra Tests на проточному цитометрі AQUIOS CL (Beckman Coulter, США) згідно інструкцій виробника [18].

Рівень імуноглобулінів Ig A, Ig M, Ig G у сироватці крові визначали за допомогою ELISA. ELISA-аналіз проводили згідно методики [5]. Результати імуноферментного аналізу реєстрували спектрофотометрично на аналізаторі PR2100 (Sanofi Diagnostics Pasteur Inc., Франція) при 450 нм. Також вивчали сумарну кількість імуноглобулінів всіх класів, імунопродукуючу активність В-лімфоцитів (CD22+), як сумарну, так і по окремим класам імуноглобулінів [5].

Дослідження показників периферійної крові в обох групах були проведені перед початком перельоту, а в другій групі відразу після перельоту та через 7 діб після перельоту. Саме 7 днів розглядалось як відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на показники гуморальної ланки системного імунітету.

Всі гематологічні дослідження були проведені на базі медичного сервісу фірми «Eurasia Erlebnisreisen» GmbH (Німеччина), розташованого в аеропортах «Бориспіль» (Україна) та «Шоуду» (м. Пекін, Китайська народна республіка).

Статистичну обробку результатів проводили на ЕОМ за пакетом програм Microsoft Excel – 97.

Робота виконувалась у відповідності до біоетичних норм з дотриманням відповідних принципів Гельсінської декларації прав людини, Конвенції ради Європи про права людини і біомедицини та відповідних законів України [3; 4]. Всі волонтери дали письмову згоду на участь у дослідженні.

Результати досліджень та їх обговорення. Отримані результати представлені в таблицях 1, 2, 3. Абсолютна кількість лейкоцитів в периферійній крові волонтерів другої групи не мала достовірної відмінності від контрольної групи, як перед перельотом, так і відразу після перельоту. Через 7 днів після перельоту було виявлено достовірне зменшення абсолютної кількості лейкоцитів в периферійній крові волонтерів другої групи в порівнянні з контрольними величинами та величинами отриманими відразу після перельоту. Кількість лейкоцитів в другій групі через 7 днів після перельоту була меншою в порівнянні з контрольними величинами на 9 % та на 5 % в порівнянні з величиною відразу після перельоту.

Таблиця 1
Показники неспецифічної ланки системного імунітету

| Показники | Контроль (практично здорові люди) (n=25) | Друга група (n=25) | | |
|-----------------------------------|---|--------------------|----------------------------|------------------------------------|
| | | до перельоту | відразу після перельоту | через 7 днів після перельоту |
| Лейкоцити, 10 ⁹ /л | 8,12±0,12 | 7,9±0,1 | 7,8±0,19 | 7,4±0,12 ^{*^} |
| Нейтрофіли, 10 ⁹ /л | 5,21±0,28 | 4,71±0,26 | 4,05±0,21 [*] | 4,82±0,18 ^{*^} |
| Нейтрофіли, % | 64,16±0,24 | 60,1±0,45 | 52,3±0,55 | 65,13±0,35 [^] |
| Моноцити, 10 ⁹ /л | 0,78±0,03 | 0,73±0,02 | 0,62±0,01 [#] | 0,65±0,02 [#] |
| Моноцити, % | 9,8±0,02 | 9,2±0,04 | 8,0±0,19 | 8,8±0,13 |
| Лімфоцити, 10 ⁹ /л | 2,3±0,15 | 2,27±0,11 | 2,54±0,14 | 1,95±0,12 ^{*^} |
| Лімфоцити, % | 28,4±0,16 | 28,7±0,16 | 32,6±0,21 [*] | 26,4±0,18 [^] |

*- достовірні зміни по відношенню до контрольної групи, p< 0,05

#- достовірні зміни по відношенню до вихідних даних дослідної групи, p< 0,05

[^] – достовірні зміни по відношенню до даних другої групи відразу після перельоту, p< 0,05.

Абсолютна кількість нейтрофільних лейкоцитів в другій групі відразу після перельоту мала достовірну відмінність в порівнянні з контрольними величинами, а через 7 днів після перельоту абсолютна кількість нейтрофільних лейкоцитів не мала достовірних відмінностей в порівнянні з вихідними та контрольними величинами. Так, відразу після перельоту кількість нейтрофільних лейкоцитів в другій групі була меншою на 22,3 % в порівнянні з контрольними величинами та на 14 % меншою в порівнянні з вихідними величинами. Відносна кількість нейтрофільних лейкоцитів в другій групі відразу після перельоту та через 7 днів після перельоту не мали достовірних змін в порівнянні з контролем.

Кількість моноцитів в другій групі відразу після перельоту мала достовірну відмінність, а саме зменшення, в порівнянні з контролем та вихідними величинами на 20,5 % та 15 % відповідно. Через 7 днів після перельоту в другій групі абсолютна кількість моноцитів мала достовірну відмінність (зменшення кількості) в порівнянні з контролем та вихідними даними на 16,7 % та 11 % відповідно. При порівнянні кількості моноцитів в другій групі відразу після перельоту з кількістю даних клітин через 7 днів після перельоту виявлено достовірне збільшення кількості моноцитів на 5 %. Відносна кількість моноцитів в другій групі не мала достовірної різниці в порівнянні з контрольними величинами, як відразу після перельоту, так і через 7 днів після перельоту. Але слід відзначити тенденцію до зменшення відносного вмісту моноцитів в другій групі як

відразу після перельоту, так і через 7 днів після перельоту в порівнянні з контролем та вихідними показниками.

Абсолютна кількість лімфоцитів в другій групі відразу після перельоту не мала достовірної відмінності в порівнянні з контролем та вихідними величинами. Але слід відзначити тенденцію до збільшення кількості лімфоцитів в другій групі відразу після перельоту в порівнянні з контролем та вихідними даними на 10 %, 11,8 % відповідно. Через 7 днів після перельоту абсолютна кількість лімфоцитів в другій групі мала достовірну відмінність, а саме зменшення, в порівнянні з контролем та вихідними показниками, а також в порівнянні з кількістю лімфоцитів відразу після перельоту на 15,3 %, 14,0 % та 23 % відповідно. Відносна кількість лімфоцитів була достовірно більшою в другій групі відразу після перельоту в порівнянні з контролем та вихідними значеннями.

Таким чином, отримані дані вказують на те, що відтермінований вплив (7 днів після перельоту) геохронокліматичних факторів на неспецифічну ланку системного імунітету мав менш виражений вплив в порівнянні з терміновим впливом (відразу після закінченню перельоту). Абсолютна кількість лейкоцитів та моноцитів через 7 днів після перельоту була меншою в порівнянні з контролем та вихідними величинами. Неспецифічна ланка системного імунітету мала функціональне навантаження, яке формувалось під впливом геохронокліматичних факторів, що призводить до зменшення захисних реакцій неспецифічної ланки системного імунітету.

Таблиця 2

Показники клітинної ланки системного імунітету

| Показники | Контрольна група (перша) (n=25) | Друга група (n=25) | | |
|---|---------------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|
| | | до перельоту | відразу після перельоту | через 7 днів після перельоту |
| Т-лімфоцити (CD3+), 10 ⁹ /л | 1,68±0,1 | 1,68±0,12 | 1,88±0,15 | 1,45±0,07** [^] |
| Т-лімфоцити (CD3+), % | 73,2±0,21 | 74,0±0,28 | 74,02±0,25 | 74,4±0,18 |
| Т-хелпери/індуктори (CD4+), 10 ⁹ /л | 1,08±0,08 | 1,09±0,09 | 1,18±0,05 | 0,9±0,08** [^] |
| Т-хелпери/індуктори (CD4+), % | 64,29±0,46 | 64,88±0,54 | 62,77±0,76 | 62,6±0,35 |
| Т-супресори/цитотоксичні (CD8+), 10 ⁹ /л | 0,53±0,07 | 0,51±0,09 | 0,68±0,04* | 0,52±0,02 [^] |
| Т-супресори/цитотоксичні (CD8+), % | 31,55±0,47 | 30,36±0,89 | 36,17±0,65* | 35,55±0,75** |
| В-лімфоцити (CD22+), 10 ⁹ /л | 0,32±0,02 | 0,31±0,03 | 0,39±0,04* | 0,3±0,05 |
| В-лімфоцити (CD22+), % | 14,2±0,54 | 13,66±0,43 | 15,35±0,55 | 15,6±0,34** |

*- достовірні зміни по відношенню до контрольної групи, p < 0,05

– достовірні зміни по відношенню до вихідних даних другої групи, p < 0,05

[^] – достовірні зміни по відношенню до даних другої групи відразу після перельоту, p < 0,05.

В другій групі відразу після перельоту абсолютна кількість Т-лімфоцитів (CD3+) та Т-хелперів/індукторів (CD4+) не мали достовірної різниці по відношенню до вихідних та контрольних величин. Субпопуляція Т-супресорів/цитотоксичних (CD8+) та В-лімфоцитів (CD22+) мали достовірне збільшення в порівнянні з контрольними та вихідними показниками на 28 %, 33,33 % та 21,9 % 25,8 % відповідно. Серед відносних величин лише Т-супресорів/цитотоксичних (CD8+) мали достовірне зростання в порівнянні з контрольними та вихідними даними на 14,6 % та 19 % відповідно.

Через 7 днів після перельоту в другій групі спостерігалось достовірне зменшення абсолютного числа Т-лімфоцитів (CD3+) (на 13,7 % в порівнянні з контролем та вихідними показниками) за рахунок зменшення Т-хелперів/індукторів (CD4+) в порівнянні з контрольними та вихідними показниками на 16,7 % та 17,4 % відповідно. Спостерігалась достовірне зменшення кількості Т-лімфоцитів (CD3+) та Т-хелперів/індукторів (CD4+) через 7 днів після перельоту в порівнянні з кількістю даних ІКК відразу після перельоту. Кількісні характеристики субпопуляції Т-супресорів/цитотоксичних (CD8+) через 7 днів після перельоту повертались до вихідних та контрольних величин, але слід звернути увагу на достовірне зменшення кількості даних клітин в порівнянні з величинами відразу після перельоту на 23,5 %. Відносний вміст Т-супресорів/цитотоксичних (CD8+) через 7 днів після перельоту був достовірно більший в порівнянні з контрольними та вихідними даними (на 17,7 % та 17,1 % відповідно).

Абсолютна кількість В-лімфоцитів (CD22+) в другій групі відразу після перельоту була достовірно більшою в порівнянні з контрольними та вихідними величинами на 21,8 % та 25,8 % відповідно. Через 7 днів після перельоту абсолютна кількість В-лімфоцитів (CD22+) в другій групі поверталась майже до вихідних та контрольних величин. Відносна кількість В-лімфоцитів (CD22+) в другій групі відразу після перельоту не мала достовірної різниці в порівнянні з контрольними та вихідними показниками. Через 7 днів після перельоту відносна кількість В-лімфоцитів (CD22+) в другій групі мала достовірне збільшення в порівнянні з контрольними та вихідними величинами на 10 % та 14 % відповідно.

Таким чином, відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на клітинну ланку системного імунітету характеризується достовірним зменшення Т-лімфоцитів за рахунок Т-хелперів/індукторів, що може вказувати на дисфункцію в клітинній ланці системного імунітету.

Таблица 3

Показники гуморальної ланки системного імунітету

| Показники | Контрольна (перша) група (n=25) | Друга група (n=25) | | |
|---|---------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------|
| | | до перельоту | відразу після перельоту | через 7 днів після перельоту |
| В-лімфоцити (CD22+), 10 ⁹ /л | 0,32±0,02 | 0,31±0,05 | 0,39±0,04* | 0,3±0,05 [^] |
| В-лімфоцити (CD22+), % | 14,2±0,54 | 13,66±0,43 | 15,35±0,55 [#] | 15,6±0,34 ^{##} |
| Ig M + Ig G + Ig A, г/л | 18,23±0,15 | 18,06±0,24 | 18,3±0,31 | 18,4±0,21 |
| Ig M, г/л | 1,28±0,19 | 1,21±0,17 | 1,23±0,16 | 1,24 ±0,14 |
| Ig G, г/л | 15,08±0,83 | 15,02±0,9 | 15,2±0,9 | 15,1±0,7 |
| Ig A, г/л | 1,87±0,25 | 1,83±0,26 | 1,86±0,24 | 2,1±0,18 |
| Ig-продукуюча активність В-лімфоцитів, у.о. | 57,0±0,25 | 58,26±0,28 | 46,92±0,12 ^{##} | 61,3±0,12 ^{##^} |
| Ig M/В-лімфоцити, у.о. | 4,0±0,05 | 3,9±0,07 | 3,15±0,09 ^{##} | 4,1±0,11 [^] |
| Ig G/В-лімфоцити, у.о. | 47,13±0,39 | 48,45±0,58 | 38,97±0,11 ^{##} | 50,33±0,27 ^{##^} |
| Ig A/В-лімфоцити, у.о. | 5,84±0,09 | 5,90±0,1 | 4,77±0,1 ^{##} | 7,0±0,12 ^{##^} |

*- достовірні зміни по відношенню до контрольної групи, p < 0,05

– достовірні зміни по відношенню до вихідних даних другої групи, p < 0,05

[^] – достовірні зміни по відношенню до даних другої групи відразу після перельоту, p < 0,05.

Концентрація імуноглобулінів всіх класів в другій групі відразу після перельоту не мала достовірних відмінностей від контрольних та вихідних значень; така ж закономірність спостерігалась через 7 днів після перельоту. Отримані результати вказують, що гуморальна ланка системного імунітету не зазнає впливу геохронокліматичних факторів.

В гуморальній ланці системного імунітету у волонтерів другої групи відразу після перельоту виявлено достовірне зменшення Ig-продукуючої активності В-лімфоцитів за рахунок зменшення Ig-продукуючої активності В-лімфоцитів всіх імуноглобулінів в порівнянні з контрольними та вихідними показниками (загальна Ig-продуктивність на 17,7 %; 19,5 %; Ig-продуктивність IgM, IgG, IgA на 21 % та 19,2 %; 17,3 % та 19,6 %; 18,3 % та 19 % відповідно).

Абсолютні та відносні величини лейкоцитів, нейтрофілів, моноцитів, лімфоцитів всіх субпопуляцій та концентрація імуноглобулінів всіх класів в сироватці крові в дослідній групі відразу після перельоту перегукуються з даними літературних джерел, в яких відображено вплив геохронокліматичних факторів на системний імунітет [9-11, 16, 19].

Через 7 днів після перельоту виявлено достовірне зростання Ig-продукуючої активності В-лімфоцитів за рахунок зростання Ig-продукуючої активності В-лімфоцитів імуноглобулінів IgG, IgA в порівнянні з контрольними та вихідними показниками (загальна Ig-продуктивність на 7,5 %; 5,2 %; Ig-продуктивність IgG, IgA на 6,8 % та 4,0 %; 19,9 % та 18,6 % відповідно). Ig-продукуюча активність В-лімфоцитів IgM в другій групі через 7 днів після перельоту не відрізнялась від контрольних та вихідних величин.

Враховуючи отримані результати щодо Ig-продукуючої активності В-лімфоцитів на фоні відтермінованого впливу геохронокліматичних факторів, можна стверджувати, що гуморальна ланка системного імунітету зазнає мінімального впливу згаданих факторів. Саме зміни в Ig-продукуючій активності В-лімфоцитів можна розглядати як компенсаторні по відношенню до неспецифічної та клітинної ланки системного імунітету.

Висновок. Таким чином, відтермінований вплив геохронокліматичних факторів викликає максимальне функціональне навантаження на клітинну ланку системного імунітету, що супроводжується зменшенням Т-лімфоцитів за рахунок Т-хелперів/індукторів; неспецифічна ланка системного імунітету також має функціональне навантаження, що призводить до зменшення неспецифічної резистентності; гуморальна ланка системного імунітету зазнає мінімального відтермінованого впливу геохронокліматичних факторів і формує компенсаторну реакцію на функціональні порушення в неспецифічній та клітинній ланці системного імунітету.

Література

1. Вікіпедія. URL: wikipedia.org/wiki/Київ wikipedia.org/wiki/Пекін. (дата звернення: 08.05.2024).
2. Гавій В. М. Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на показники нейродинамічних функцій організму людини. *Psychology, medicine and biology: the development of necessary technologies in the field of health care: collective monograph* / Tashchuk V., Amelina T., Ivanchuk P., Al Salama M.V.O., Hinhuliak O. – etc. International Science Group. Boston: Primedia eLaunch, 2024. С. 190–197.
3. Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження». Документ 990_005, редакція від 01.10.2008. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. (дата звернення 08.05.2024).
4. Загальна декларація про біоетику та права людини. Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури: відділ етики науки і технологій: сектор соціальних і гуманітарних наук. 2005 жов 19; 12 с. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180g.pdf>. (дата звернення: 08.05.2024).
5. Клінічна лабораторна діагностика. / Л. Є. Лаповець та ін.; за ред. Л. Є. Лаповець 2-е вид. стер. Київ: «Медицина», 2021. 472с.

6. Метаболічні, імунні та гематологічні зміни у спортсменів різних спеціалізацій (рукопашний бій, боротьба дзюдо, бодібілдинг) та їх корекція: колективна монографія / Флегонтова В. В. та ін. Луганськ, СПД Резніков В. С., 2013. 112 с.
7. Мхітарян Л. С. Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на показники неспецифічної ланки системного імунітету людини. *Psychology, medicine and biology: the development of necessary technologies in the field of health care: collective monograph / Tashchuk V., Amelina T., Ivanchuk P., Al Salama M.V.O., Hinhuliak O. etc.* International Science Group. Boston: Primedia eLaunch, 2024. С. 198-205.
8. Поручинська Т. Ф., Пасичнюк І. Ф., Поручинський А. І. Екологічна фізіологія людини: навч. посіб. Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2021. 272 с.
9. Соболь Є. В., Шейко В. І. Геохронокліматичні фактори та їх можливі наслідки у сучасному суспільстві. *Актуальні питання біології та медицини: матеріали Всеукраїн. наук. конф., м. Суми, 16-17 листопада 2017 р.* Суми, 2017. С. 107.
10. Соболь Є. В., Шейко В. І. Стан клітинної ланки системного імунітету під впливом геохронокліматичних факторів. *Materialy XIV Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, «Aktualne problemy nowoczesnych nauk – 2018», V. 8 Przemysł: Nauka i studia.* 2018. P. 97-100.
11. Соболь Є. В., Шейко В. І. Стан показників неспецифічної та клітинної ланок системного імунітету під впливом геохронокліматичних факторів: матеріали Міжнар. наук. конф., м. Суми, 18-19 листопада 2018 р. Суми, 2018. С. 43.
12. Філімонов В. І., Маракушин Д. І., Тарасова К. В. Клінічна фізіологія: підручник. Київ: «Медицина», 2022. 776 с.
13. Шейко В. І. Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на показники клітинної ланки системного імунітету організму людини. *Psychology, medicine and biology: the development of necessary technologies in the field of health care: collective monograph / Tashchuk V., Amelina T., Ivanchuk P., Al Salama M.V.O., Hinhuliak O. etc.* International Science Group. Boston: Prim International Science Group. Boston: Primedia eLaunch, 2024. С. 206-214.
14. Шейко В. І. Вплив геохронокліматичних факторів на показники нейродинамічних функцій: матеріали XVII Міжнар. наук.-практ. конф., city London, Great Britain, 30 квіт. – 03 трав. 2024. р. London, 2024. С. 51-53.
15. Шейко В. І., Весельський С. П. Вплив геохронокліматичних факторів на стан нейродинамічних показників. *Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя)*, 2023. № 3-4. С. 34-40.
16. Шейко В. І., Соболь Є. В. Показники гуморальної ланки системного імунітету під впливом геохронокліматичних факторів: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. м. Ніжин, 18-19 жовт. 2018 р. Ніжин, 2018. С. 113-114.
17. Шейко В. І., Кучменко О. Б., Мхітарян Л. С., Гавій В. М. Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на показники гуморальної ланки системного імунітету організму людини. *Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя)*, 2024. № 1-2. С. 113-123.
18. AQUIOS Tetra Software System Guide. PN B26364AB. Beckman Coulter Ireland Inc [Internet]. 2015 Apr. URL: <https://www.beckmancoulter.com/wsrportal/techdocs?docname=B26364AB.pdf>.
19. Sobol E. V., Sheiko V. H. The state of cellular link of systemic immunity under influence of geochronoclimatic factors. *Вісник проблем біології і медицини*, м. Полтава, 2018. Вип. 4 т. 2 (147). С. 387–389.
20. Sokolenko V. L., Sokolenko S. V., Sheiko V. I., Kovalenko O. V. Interconnection of the immune system and the intensity of the oxidative processes under conditions of prolonged exposure to small doses of radiation. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 2018. Т. 9 вип. 2, С. 167-176.

References

1. Vikipedij [Wikipedia]. URL: [wikipedia.org/wiki/Київ](https://uk.wikipedia.org/wiki/Київ); [wikipedia.org/wiki/Пекін](https://uk.wikipedia.org/wiki/Пекін). (дата звернення: 08.05.2024) [in Ukrainian].
2. Gaviy V. M. (2024) Vidterminovaniy vplyv geohronoklimatichnih faktoriv na pokazniki nejrodynamicnih funrciy organizmu lydini [Delayed influence of geochronoclimatic factors on indicators of neurodynamic functions of the human body] *Psychology, medicine and biology: the*

development of necessary technologies in the field of health care: collective monograph / Tashchuk V., Amelina T., Ivanchuk P., Al Salama M.V.O., Hinhuliak O. – etc. – International Science Group. Boston: Primedia eLaunch. S. 190-197 [in Ukrainian].

3. Gelsinska dtklaracij Vsesvitnoi medicnoi asociacii (2008). «Etichni principii medicnih doslidgen za uchastj lydini u ykosti obekta doslidgen» ["Ethical principles of medical research involving a person as a research object"] document 990_005. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005 [in Ukrainian].

4. Zagalna deklaracij pro bioetiku ta prava lydini (2005). [General Declaration on Bioethics and Human Rights]. Organizaciyi Obednanih Nacii z pitan osviti, nauki i kulturi: viddil etiki nauki i tehnologii: stktor socialnih i gumanitarnih nauk – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: Science and Technology Ethics Division: Social Sciences and Humanities Sector. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf> [in Ukrainian].

5. Lapovec L. E., Lebed G. B. & Jstremaska O. O. (2021) Klinichna laboratorna dignostica [Clinical laboratory diagnostics]. Kyiv: Medicina [in Ukrainian].

6. Flegontova V. V., Sheiko V. I., Jsko G. V., Linnichenko O. P., Morfuncov V. V., Licoeva N. (2013) Metabolichni, imunni ta gematologichni zmini u sportsmeniv riznih specializacii (rukopashnii biy, borotba dzjdo, bodibilding) ta ih korekcij [Metabolic, immune and hematological changes in athletes of various specializations (hand-to-hand combat, judo wrestling, bodybuilding) and their correction]. Luhansk, SPD Reznikov V.S. [in Ukrainian].

7. Mhitaryan L. S. (2024) Vidterminovaniy vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na pokazniki ntsptcificnogoi lanki sistemnogo imunitetu lydini [Delayed influence of geochronoclimatic factors on indicators of non-specific link of human systemic immunity]. Tashchuk V., Amelina T., Ivanchuk P., Al Salama M.V.O., Hinhuliak O. – etc. *Psychology, medicine and biology: the development of necessary technologies in the field of health care: collective monograph* S. 198-205. International Science Group. Boston: Primedia eLaunch [in Ukrainian].

8. Poruchinska T. F., Pasichnjik I. F., Poruchinskii A. I. (2021) Ekologichna fiziologiy [Environmental physiology] Luck. Volinskii nacijnalnii univtrsitet smeni Lesi Ukrainki – Volyn National University named after Lesya Ukrainka [in Ukrainian].

9. Sobol E. V., Sheiko V. I. (2017) Geohronoklimatichni faktori ta ih moglivi naslidki u suggasnomu suspilstvi [Geochronoclimatic factors and their possible consequences in modern society] Aktualni pitannj biologii ta medicine. materialy naukovoi konferencii – Current issues of biology and medicine: materials of scientific conference Sumy. S.107 [in Ukrainian].

10. Sobol E. V., Sheiko V. I. (2018) Stan klitinnoi lanki sistemnogo imuniteta pid vplivom geohronoklimatichnih faktoriv [The state of the cellular link of systemic immunity under the influence of geochronoclimatic factors] *Materialy XIV Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, «Aktualne problemy nowoczesnych nauk – 2018»*, V. 8 Przemysl: Nauka i studia. P. 97-100 [in Ukrainian].

11. Sobol E. V., Sheiko V. I. (2018) Stan pokaznikov nespecefichnoi lanki sistemnogo imuniteta pid vplivom geohronoklimatichnih faktoriv [The state of indicators of nonspecific and cellular links of systemic immunity under the influence of geochronoclimatic factors] *naukova konferencij "Sogodennj biologichnoi nauki" – Scientific Conference "Today's Biological Science"* Sumy S.43 [in Ukrainian].

12. Filimonov V. I., Marakushin D. I., Tarasova K. V. (2022) Klinichna fiziologiy [Clinical physiology]. Kyiv Medicine [in Ukrainian].

13. Sheiko V. I. (2024) Vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na pokazniki nejrodynamicnih funrcij [The influence of geochronoclimatic factors on indicators of neurodynamic function]. *Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference*. London, Great Britain. P. 51-53 [in Ukrainian].

14. Sheiko V. I. (2024) Vidterminovaniy vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na pokazniki klitinnoi lanki sistemnogo imunitetu organizmu lydini [Delayed influence of geochronoclimatic factors on indicators of the cellular link of systemic immunity of the human body]. Tashchuk V., Amelina T., Ivanchuk P., Al Salama M.V.O., Hinhuliak O. *Psychology, medicine and biology: the development of necessary technologies in the field of health care: collective monograph* / etc. International Science Group. Boston: Prim International Science Group. Boston: Primedia eLaunch. S. 206-214 [in Ukrainian].

15. Sheiko V. I., Veselsrii S. P. (2023) Vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na stan nejrodynamicnih pokaznikov [The influence of geochronoclimatic factors on the state of neurodynamic indicators] *Naukovi zapiski. Biologichni nauki. (Niginskiy dergavniy universitet imeni Mikoli Gogolj) – Proceedings. Biological Sciences (Mykola Gogol Nizhyn State University)*. № 3-4. С.34-40 [in Ukrainian].

16. Sheiko V. I., Sobol E. V. (2018) Pokazniki gumoralnoi lanki sistemnogo imuniteta pid vplivom geohronoklimatichni faktori [Indicators of the humoral link of systemic immunity under the influence of geochronoclimatic factors] materiali III Mignar. Nauk-prak. Konf. M. Nigen, 18-19 gov. 2018 r. Nigen 2018 – materials III International science and practice conf. Nizhyn, October 18-19. 2018. Nizhin, 2018. С. 113-114 [in Ukrainian].

17. Sheiko V. I., Kuchmenko O. B., Mhitarjn L. S., Gaviy V. M. (2024) Vidterminovaniy vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na pokazniki gumoralnoi lanki sistemnogo imunitetu organizmu ljidini [Delayed influence of geochronoclimatic factors on indicators of the humoral link of systemic immunity of the human] *Naukovi zapiski. Biologichni nauki (Niginskiy dergavniy universitet imeni Mikoli Gogolj) – Proceedings. Biological Sciences (Mykola Gogol Nizhyn State University)*. № 1-2. С. 113-123 [in Ukrainian].

18. AQUIOS Tetra Software System Guide. PN B26364AB. Beckman Coulter Ireland Inc [Internet]. 2015 Apr. URL: <https://www.beckmancoulter.com/wsportal/techdocs?docname=B26364AB.pdf>.

19. Sobol E. V., Sheiko V. H. (2018) The state of cellular link of systemic immunity under influence of geochronoclimatic factors. *Naukoviy jurnal "Vianik problem biologii s medicini" – Scientific journal "Herald of Problems of Biology and Medicine"*. Poltava 2 (147) S. 387–389 [in Ukrainian].

20. Sokolenko V. L., Sokolenko S. V., Sheiko V. I., Kovalenko O. V. (2018) Interconnection of the immune system and the intensity of the oxidative processes under conditions of prolonged exposure to small doses of radiation. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9 (2). P. 167–176 [in English].

Sheiko V.

doctor of biological sciences, professor,
Professor of the Department of Biology
Nizhyn Mykola Gogol State University
interlycin@ukr.net
orcid.org/0000-0001-7932-4478

Kuchmenko O.

doctor of biological sciences, professor,
Head of the Department of Biology,
Nizhyn Mykola Gogol State University
kuchmeb@yahoo.com
orcid.org/0000-0002-3021-8583

Mkhitaryan L.

doctor of medical sciences, professor,
Professor of the Department of Biology
Nizhyn Mykola Gogol State University
laurasmkhitaryan@gmail.com
orcid.org/0000-0002-2347-0107

Havii V.

candidate of biological sciences, associate professor,
Associate Professor of the Department of Biology
Nizhyn Mykola Gogol State University
gaviyv@gmail.com
orcid.org/0000-0002-2804-0456

DETERMINED INFLUENCE OF GEOCHRONOCLIMATIC FACTORS ON INDICATORS OF HUMAN SYSTEMIC IMMUNITY

The functional state of the body is regulated based on the activity of the nervous, endocrine and immune systems. Research in recent years has revealed that the immune system is not only an effector, it is able to take an active part in intercellular interaction due to the presence of a wide range of receptors and various ligands that ensure its influence and interaction with the nervous and endocrine systems. Various environmental factors have a pronounced effect on the functional activity of the immune system. The presence of a tripartite system of regulation of body functions expands general ideas about the formation of adaptive reactions. Physical and psycho-emotional factors are the source of the formation of adaptive reactions, which are a characteristic feature of modern society. Among the factors that cause adaptation reactions, geochronoclimatic factors should be noted, the appearance of these factors is due to technological development and the appearance of high-speed transport. It is high-speed transport that enables modern people to cover long distances in a short time and to move from one climatic, time and geographical zone to another.

The purpose of our study was to study the delayed impact of geochronoclimatic factors on indicators of systemic immunity in people who have traveled more than 6500 km. and crossed 6 time zones.

50 volunteers took part in the study and were divided into two groups: the first control group – 25 people, the second group exposed to geochronoclimatic factors – 25 people. The delayed impact of geochronoclimatic factors (7 days after the Kyiv- Pekin flight) causes the maximum functional load on the cellular link of systemic immunity, which is accompanied by a decrease in T-lymphocytes due to T-helpers/inducers, the non-specific link of systemic immunity also has a functional load, which leads to reduction of non-specific resistance; the humoral link of systemic immunity is minimally affected by geochronoclimatic factors and forms a compensatory reaction to functional disorders in the non-specific and cellular link of systemic immunity.

Key words: geochronoclimatic factors, immunoresistance, systemic immunity, neutrophils, leukocytes, lymphocytes, T- and B-lymphocytes, immunoglobulins.

**Стаття до редакції надійшла 10.09.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 20.09.2024 року**

**НОРМАЛЬНА І ПАТОЛОГІЧНА АНАТОМІЯ ТА
ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН**

УДК 612.66

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-3-45-52

Гончаренко В. В.

аспірант кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
incrediblesmaug@gmail.com
orcid.org/0000-0002-0173-2655

Соколенко С. В.

кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри клітинної біології
та методики викладання біологічних дисциплін
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
sokolenko@i.ua
orcid.org/0000-0002-7341-1762

Соколенко В. Л.

кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри клітинної біології
та методики викладання біологічних дисциплін
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
sokolenko@ukr.net
orcid.org/0000-0002-3096-8245

**ОСОБЛИВОСТІ ПОКАЗНИКІВ ПРОФЕСІЙНИХ ФАГОЦИТІВ В ОСІБ
ВІКОМ 18–21 РОКІВ В УМОВАХ СТРЕСОВИХ ФАКТОРІВ СУЧАСНОСТІ**

Одним із факторів, здатних істотно впливати на життя та здоров'я людей, є наявність постійного дестабілізуючого впливу воєнних дій, а наслідки тривалої пандемії COVID-19 лише обтяжують цю ситуацію. Надмірна інтенсивність подібних факторів стресової природи може спричинити розвиток різноманітних патологій, базовою передумовою яких вважають аlostатичне навантаження. Цей феномен потребує постійного моніторингу та аналізу. Його визнаними біомаркерами вважають показники імунної системи. У випадку населення України передбачення аlostатичного навантаження ускладнюється тривалою в часі, послідовною (або й паралельною) дією таких факторів, як наслідки аварії на ЧАЕС, пандемія COVID-19, воєнний стан. Мета нашого дослідження – проаналізувати показники професійних фагоцитів, як потенційний індикатор аlostатичного навантаження в осіб віком 18-21 років в умовах стресових факторів сучасності. Показники нейтрофіліє та моноцитів визначали у 22 студентів Черкаського національного університету у 2021 році, на другому році пандемії COVID-19, і, повторно, у 2023 році, в період воєнного стану. За 6-9 місяців до першого обстеження 6 осіб з 22 перехворіли на COVID-19. Встановили, що в обстежених студентів за період від 2021 до 2023 року спостерігалися варіативні зміни показників професійних фагоцитів. В осіб, котрі попередньо перехворіли на COVID-19, початкова мобілізація моноцитної ланки (вихід за верхню межу референтних значень відносної та абсолютної кількості моноцитів) з часом згасала, тоді як

ситуація зі зміщенням формули вліво (з виходом за верхню межу норми паличко-ядерних нейтрофілів) до 2023 року посилилася. Враховуючи подібну тенденцію в осіб, котрі не хворіли на COVID-19 (показники 2021 року були нижчими, ніж в осіб з COVID-19 в анамнезі, достовірно зросли від 2021 до 2023 року і вийшли за верхню межу норми), виявлений феномен може бути наслідком стресу, викликаного воєнним станом. Особи з випадками інфікування SARS-CoV-2 були більше схильні до формування ознак алостатичного навантаження на рівні поліморфноядерних професійних фагоцитів. Для глибшого розуміння феномену необхідно проаналізувати показники фагоцитарної активності та кореляцію між професійними фагоцитами й іншими факторами природної резистентності.

Ключові слова: професійні фагоцити, моноцити, нейтрофіли, стрес, пандемія COVID-19, воєнний стан, алостаза.

Вступ. Останнім часом у світі спостерігається зростання чисельності явищ, які можна схарактеризувати як надзвичайні ситуації. Вони здатні істотно впливати на життя та здоров'я людей. Одним із таких факторів є наявність постійного дестабілізуючого впливу воєнних дій, що прямо чи опосередковано стосуються населення, котра проживає на певній території, а наслідки тривалої пандемії COVID-19 лише обтяжують цю ситуацію [1-6]. Спостерігається певна закономірність прямої кореляційної залежності між інтенсивністю соціально-психологічного навантаження, проявами стресу та потенційним ризиком виникнення та розвитку хвороб. Ці ризики ініціюються модифікацією чи пригніченням різних ланок імунної системи. Численні дослідження показують, що надмірний вплив факторів стресової природи може в короткостроковій чи довгостроковій перспективі спричинити розвиток серцево-судинних патологій [7], онкологічних процесів різної етіології [8], діабету [9].

Базовою передумовою таких станів вважають зараз формування алостатичного навантаження. Особливо небезпечним воно є за умов комбінованого впливу стресових факторів, зокрема, малих доз радіації та емоційного стресу [10]. Психоемоційний складник таких впливів сам по собі володіє значним потенціалом до формування перенавантажень імунної системи [11]. Відповідно, алостатичне навантаження та перенавантаження є одним з факторів, що потребують постійного моніторингу та аналізу. У багатьох наукових публікаціях автори пропонують саме їх рівень використовувати як базовий критерій потенційного ризику виникнення захворювань людини [12, 13]. Разом з тим, наявні лише одиничні дослідження щодо формування алостатичного навантаження в осіб, що зазнали наслідків воєнних дій, на рівні імунної системи [14].

Визнаними біомаркерами рівня алостатичного навантаження вважають рівень кортизолу, показники артеріального тиску [15]. Останнім часом дедалі більша увага приділяється показникам імунної системи [11]. Проте, навіть за умов спільного знаменника, різні дослідження пропонують власний підхід до характеристики стану алостази. У випадку населення України ситуація ускладнюється послідовною (а часом і паралельною) дією таких потенційних факторів алостатичного навантаження, як віддалені наслідки катастрофи на ЧАЕС, пандемія COVID-19, воєнний стан.

Мета дослідження: проаналізувати показники професійних фагоцитів, як потенційний індикатор алостатичного навантаження в осіб віком 18-21 років в умовах стресових факторів сучасності.

Методи та організація дослідження. Динамічну оцінку показників професійних фагоцитів визначали у 22 студентів Черкаського національного університету (6 осіб чоловічої статі, 16 – жіночої, аналіз для них проведено у фолікулярну фазу менструального циклу). Обстеження проводили двічі: перший раз – у 2021 році, на другому році пандемії COVID-19, коли було відновлено аудиторне навчання. Студенти були на 2 курсі, вік – 18-19 років. Друге обстеження з цією ж когортою проведено у 2023 році, під час воєнного стану. Студенти були на 4 курсі, вік – 20-21 років. На час

обстеження студенти не мали ознак гострих чи хронічних хвороб. За 6-9 місяців до першого обстеження 6 осіб з 22 перехворіли на COVID-19. Забір крові здійснено медичними фахівцями на базі Комунального некомерційного підприємства «Черкаська центральна районна лікарня» Червонослобідської сільської ради. Обстежені давали погодження на участь в дослідженнях та оприлюднення отриманих результатів. Дослідження погоджені з Комісією з біоетики ЧНУ.

Як показники норми використали відповідні референтні значення.

Популяції фагоцитів визначали, проглядаючи мазки крові, фарбовані за Паппенгеймом. Статистичну обробку матеріалу проводили в програмі Microsoft Excel. Для порівняння вибірок використали t-критерій Стьюдента.

Результати досліджень та їх обговорення. Встановлено, що в 2021 році відносна та абсолютна кількість моноцитів в осіб, що попередньо перехворіли COVID-19, за середнім значенням вийшла за верхню межу норми, достовірно знизилася до 2023 року, проте, залишилася наближеною до верхньої межі норми. Показники в цій групі в 2021 році були достовірно вищими від показників в осіб, які не хворіли на COVID-19, ця різниця зникла у 2023 році. В осіб, що не хворіли, показники моноцитів були зміщені до верхньої межі норми, достовірних змін від 2021 до 2023 року не відбулося (табл. 1).

Таблиця 1

Показники професійних фагоцитів в обстежених, $M \pm m$

| Показники / норма | Показники в осіб, що перехворіли COVID-19, 2021 рік n=6 | Показники в осіб, що не хворіли на COVID-19, 2021 рік n=16 |
|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Моноцити, % / 4,0-10,0 | 12,83 ± 0,95 | 8,00 ± 0,53 *** |
| Моноцити, $\times 10^9/\text{л}$ / 0,2-0,8 | 1,12 ± 0,08 | 0,58 ± 0,05 *** |
| Нейтрофіли пал., % / 1,0-6,0 | 7,33 ± 0,42 | 5,63 ± 0,32 ** |
| Нейтр. пал., $\times 10^9/\text{л}$ / 0,04-0,4 | 0,64 ± 0,04 | 0,40 ± 0,03 *** |
| Нейтр. сегм., % / 47,0-65,0 | 34,33 ± 2,20 | 56,69 ± 1,15 *** |
| Нейтр. сегм., $\times 10^9/\text{л}$ / 2,0-6,5 | 3,01 ± 0,23 | 4,03 ± 0,16 ** |
| | Показники в осіб, що перехворіли COVID-19, 2021 рік n=6 | Показники в осіб, що перехворіли COVID-19, 2023 рік n=6 |
| Моноцити, % / 4,0-10,0 | 12,83 ± 0,95 | 8,0 ± 0,45 *** |
| Моноцити, $\times 10^9/\text{л}$ / 0,2-0,8 | 1,12 ± 0,08 | 0,73 ± 0,05 ** |
| Нейтрофіли пал., % / 1,0-6,0 | 7,33 ± 0,42 | 9,00 ± 0,26 ** |
| Нейтр. пал., $\times 10^9/\text{л}$ / 0,04-0,4 | 0,64 ± 0,04 | 0,82 ± 0,04 * |
| Нейтр. сегм., % / 47,0-65,0 | 34,33 ± 2,20 | 56,33 ± 1,05 *** |
| Нейтр. сегм., $\times 10^9/\text{л}$ / 2,0-6,5 | 3,01 ± 0,23 | 5,12 ± 0,15 *** |

Продовження таблиці 1

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| | Показники в осіб, що не хворіли на COVID-19, 2021 рік n=16 | Показники в осіб, що не хворіли на COVID-19, 2023 рік n=16 |
| Моноцити, % / 4,0-10,0 | 8,00 ± 0,53 | 7,25 ± 0,44 |
| Моноцити, x10 ⁹ /л / 0,2-0,8 | 0,58 ± 0,05 | 0,64 ± 0,04 |
| Нейтрофіли пал., % / 1,0-6,0 | 5,63 ± 0,32 | 7,00 ± 0,35 ** |
| Нейтр. пал., x10 ⁹ /л / 0,04-0,4 | 0,40 ± 0,03 | 0,62 ± 0,03 *** |
| Нейтр. сегм., % / 47,0-65,0 | 56,69 ± 1,15 | 60,94 ± 1,10 * |
| Нейтр. сегм., x10 ⁹ /л / 2,0-6,5 | 4,03 ± 0,16 | 5,40 ± 0,20 *** |
| | Показники в осіб, що перехворіли COVID-19, 2023 рік n=6 | Показники в осіб, що не хворіли на COVID-19, 2023 рік n=16 |
| Моноцити, % / 4,0-10,0 | 8,0 ± 0,45 | 7,25 ± 0,44 |
| Моноцити, x10 ⁹ /л / 0,2-0,8 | 0,73 ± 0,05 | 0,64 ± 0,04 |
| Нейтрофіли пал., % / 1,0-6,0 | 9,00 ± 0,26 | 7,00 ± 0,35 *** |
| Нейтр. пал., x10 ⁹ /л / 0,04-0,4 | 0,82 ± 0,04 | 0,62 ± 0,03 *** |
| Нейтр. сегм., % / 47,0-65,0 | 56,33 ± 1,05 | 60,94 ± 1,10 ** |
| Нейтр. сегм., x10 ⁹ /л / 2,0-6,5 | 5,12 ± 0,15 | 5,40 ± 0,20 |

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ у порівнянні з іншою групою

Таким чином, попередня інфекція SARS-CoV-2 істотно мобілізувала моноцитарну ланку професійних фагоцитів, як попередників тканинних макрофагів. З часом інтенсивність мобілізації знижується.

Відносна та абсолютна кількість паличкоядерних нейтрофілів в осіб, що попередньо перехворіли COVID-19, за середнім значенням вийшла за верхню межу норми і достовірно підвищилася до 2023 року. Показники в цій групі в 2021 році були достовірно вищими від показників в осіб, які не хворіли на COVID-19, ця різниця збереглася у 2023 році. В осіб, що не хворіли, показники паличкоядерних нейтрофілів у 2021 році зміщені до верхньої межі норми, достовірно зросли до 2023 року і вийшли за верхню межу норми (табл. 1).

Відносна кількість сегментоядерних нейтрофілів в осіб, що попередньо перехворіли COVID-19, за середнім значенням вийшла за нижню межу норми, достовірно зросла до 2023 року, увійшовши в межі норми. Абсолютна кількість також достовірно зросла до 2023 року, проте, весь період спостереження була в межах норми. Показники в цій групі в 2021 році були достовірно нижчими від показників в осіб, які не хворіли на COVID-19, ця різниця збереглася у 2023 році за відносним показником. В осіб, що не хворіли, показники сегментоядерних нейтрофілів в обидва роки спостереження перебували в межах норми, достовірно зросли від 2021 до 2023 року (табл. 1).

Високий рівень паличкоядерних нейтрофілів на фоні зниженої кількості сегментоядерних нейтрофілів (зсув формули вліво), як спостерігалось в 2021 році в осіб, що

перехворіли на COVID-19, може бути залишковим ефектом гострого інфекційного захворювання [16]. І моноцити/макрофаги, і нейтрофіли відіграють важливу роль у розвитку патологій при інфікуванні SARS-CoV-2 [17]. Проте, зростання показника паличкоядерних нейтрофілів до 2023, паралельно із зростанням кількості сегментоядерних нейтрофілів в обох аналізованих групах обстежених, свідчить про інший ефект – виражений стресовий вплив [10]. Причому, в осіб, що попередньо були інфіковані, стрес-індуковане навантаження на рівні поліморфноядерних професійних фагоцитів виражене більше. Такий ефект можна трактувати фактором впливу воєнного стану.

Професійні фагоцити – важлива ланка неспецифічної природної резистентності. Її надмірна мобілізація є передумовою виникнення чи хронізації запальних явищ [16, 18]. Хоча домінантними маркерами алостатичного навантаження вказують показники Т-клітинної ланки імунітету [11], виявлені ефекти можна характеризувати як додаткові критерії такого феномену.

Висновки з дослідження та перспективи подальшого дослідження.

Таким чином, в обстежених студентів віком 18-21 років, за період від 2021 до 2023 року, спостерігалися варіативні зміни показників професійних фагоцитів. В осіб, котрі попередньо перехворіли на COVID-19, початкова мобілізація моноцитарної ланки з часом згасала, тоді як ситуація зі зміщенням формули вліво до 2023 року посилилася. Враховуючи подібну тенденцію в осіб, котрі не хворіли на COVID-19, виявлений феномен може бути наслідком стресу, викликаного воєнним станом. Особи з випадками інфікування SARS-CoV-2 були більше схильні до формування ознак алостатичного навантаження на рівні поліморфноядерних професійних фагоцитів. Для глибшого розуміння феномену необхідно проаналізувати показники фагоцитарної активності та кореляцію між професійними фагоцитами й іншими факторами природної резистентності.

Література

1. Bogic M., Njoku A., Priebe S. Long-term mental health of war-refugees: A systematic literature review. *BMC Int. Health Hum. Rights*. 2015. V.15. P. 29.
2. Borho A. et al. The prevalence and risk factors for mental distress among Syrian refugees in Germany: A register-based follow-up study. *BMC Psychiatry*. 2020. V.20. P. 362.
3. Fruehwirth J. C., Biswas S., Perreira K. M. The Covid-19 pandemic and mental health of first-year college students: Examining the effect of Covid-19 stressors using longitudinal data. *PLoS One*. 2021. V. 16(3). P. e0247999.
4. Greenberg N. et al. Mental health of staff working in intensive care during COVID-19. *Occupational Medicine*. 2021. V.71(2). P. 62-67.
5. Kobal I., Sokolenko V., Sokolenko S. Leukogram and ESR indicators in persons working in various industries during the COVID-19 pandemic. *Grail of Science*. 2022. V.16. P. 122-126.
6. Kurapov A. et al. Toward an Understanding of the Russian-Ukrainian War Impact on University Students and Personnel. *J. Loss Trauma*. 2022. P. 1–8.
7. Logan J. G., Barksdale D. J. Allostasis and allostatic load: expanding the discourse on stress and cardiovascular disease. *Journal of Clinical Nursing*. 2008. V.17(7b). P. 201–208.
8. Alamoudi F. A. et al. Application of Allostatic Load Theory in Cancer Management and Treatment Outcomes. *JCO Oncology Practice*. 2023.
9. Han Y. Z., et al. Role of Gut Microbiota, Immune Imbalance, and Allostatic Load in the Occurrence and Development of Diabetic Kidney Disease. *Journal of Diabetes Research*. 2023. P. 1–17.
10. Соколенко В. Л., Соколенко С. В. Активність радіонуклідів і реалізація функцій імунної системи у мешканців радіаційно забруднених територій. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Біологія, медицина»*. 2015. Т. 6(2), С. 93-96.

11. Sokolenko V. L., Sokolenko S. V. Manifestations of allostatic load in residents of radiation contaminated areas aged 18–24 years. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2019. V.10(4). P. 422-431.
12. Garcia J. C., Arteaga A. Allostatic load and physiological responses to work stress: an integrative review. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*. 2023. V. 21(04). P. 01–09.
13. Igboanugo S., Mielke J. The allostatic load model: a framework to understand the cumulative multi-system impact of work-related psychosocial stress exposure among firefighters. *Health Psychology and Behavioral Medicine*. 2023. V.11(1).
14. Zvarych L. M. et al. The influence of the war factor on age changes in the subpopulation structure of leucocytes as a component of inflammaging in the groups of military personnel and clean-up workers of the Chernobyl accident. *Problems of Radiation Medicine and Radiobiology*. 2023. V. 28. P. 286–315.
15. Ng A. E., Gruenewald T., Juster R. P., Trudel-Fitzgerald C. Affect regulation and allostatic load over time. *Psychoneuroendocrinology*. 2024. V.169. P. 107163.
16. Rich R. R., et al. *Clinical Immunology E-Book: Principles and Practice*. Elsevier Health Sciences. 2022.
17. Dymicka-Piekarska V., et al. Neutrophil/lymphocyte ratio (NLR) and lymphocyte/monocyte ratio (LMR)—risk of death inflammatory biomarkers in patients with COVID-19. *Journal of Inflammation Research*. 2023. P. 2209-2222.
18. Sokolenko V. L. et al. Indicators of the skin microbiota and the phagocytic activity in meat and egg production workers. *Biotechnologia Acta*. 2022. 15(4). 41-43.

References

1. Bogic, M., Njoku, A., & Priebe, S. (2015). Long-term mental health of war-refugees: a systematic literature review. *BMC International Health and Human Rights*, 15, 1-41 [in English].
2. Borho, A., Viazminsky, A., Morawa, E., Schmitt, G. M., Georgiadou, E., & Erim, Y. (2020). The prevalence and risk factors for mental distress among Syrian refugees in Germany: a register-based follow-up study. *BMC Psychiatry*, 20, 1-13 [in English].
3. Fruehwirth, J. C., Biswas, S., & Perreira, K. M. (2021). The Covid-19 pandemic and mental health of first-year college students: Examining the effect of Covid-19 stressors using longitudinal data. *PloS One*, 16(3), e0247999 [in English].
4. Greenberg, N., Weston, D., Hall, C., Caulfield, T., Williamson, V., & Fong, K. (2021). Mental health of staff working in intensive care during COVID-19. *Occupational Medicine*, 71(2), 62-67 [in English].
5. Kobal, I., Sokolenko, V., & Sokolenko, S. (2022). Leukogram and ESR indicators in persons working in various industries during the COVID-19 pandemic. *Grail of Science*, (16), 122–126 [in Ukrainian].
6. Kurapov, A., Pavlenko, V., Drozdov, A., Bezliudna, V., Reznik, A., & Isralowitz, R. (2023). Toward an understanding of the Russian-Ukrainian war impact on university students and personnel. *Journal of Loss and Trauma*, 28(2), 167-174 [in English].
7. Logan, J. G., & Barksdale, D. J. (2008). Allostasis and allostatic load: expanding the discourse on stress and cardiovascular disease. *Journal of Clinical Nursing*, 17(7b), 201–208 [in English].
8. Alamoudi, F. A., George, T. J., Horgas, A. L., Huo, Z., & Yoon, S. L. (2023). Application of Allostatic Load Theory in Cancer Management and Treatment Outcomes. *JCO Oncology Practice* [in English].
9. Han, Y. Z., Zheng, H. J., Du, B. X., Zhang, Y., Zhu, X. Y., Li, J., Wang, Y. X., & Liu, W. J. (2023). Role of Gut Microbiota, Immune Imbalance, and Allostatic Load in the Occurrence and Development of Diabetic Kidney Disease. *Journal of Diabetes Research*, 2023, 1–17 [in English].
10. Sokolenko, V., & Sokolenko, S. (2015). Aktyvnist radionuklidiv i realizatsiia funktsii imunnoi systemy u meshkantsiv radiatsiino zabrudnennykh terytorii [Radionuclide activity and the immune system functioning in residents of radiation contaminated areas]. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Serii Biolohiia, Medytsyna*, 6(2), 93-96 [in Ukrainian].

11. Sokolenko V. L., Sokolenko S. V. (2019). Manifestations of allostatic load in residents of radiation contaminated areas aged 18–24 years. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(4), 422–431 [in English].
12. Garcia, J. C., & Arteaga, A. (2023). Allostatic load and physiological responses to work stress: an integrative review. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, 21(04), 01–09 [in English]
13. Igboanugo, S., & Mielke, J. (2023). The allostatic load model: a framework to understand the cumulative multi-system impact of work-related psychosocial stress exposure among firefighters. *Health Psychology and Behavioral Medicine*, 11(1) [in English].
14. Zvarych, L. M., Panchenko, V. V., Golyarnik, N. A., Belayev, O. A., & Bazyka, D. A. (2023). The influence of the war factor on age changes in the subpopulation structure of leucocytes as a component of inflammaging in the groups of military personnel and clean-up workers of the Chernobyl accident. *Problems of Radiation Medicine and Radiobiology*, 28, 286–315 [in English].
15. Ng, A. E., Gruenewald, T., Juster, R. P., & Trudel-Fitzgerald, C. (2024). Affect regulation and allostatic load over time. *Psychoneuroendocrinology*, 169, 107163 [in English].
16. Rich, R. R., Fleisher, T. A., Schroeder Jr, H. W., Weyand, C. M., Corry, D. B., & Puck, J. M. (Eds.). (2022). *Clinical Immunology E-Book: Principles and Practice*. Elsevier Health Sciences. [in English].
17. Dymicka-Piekarska, V., Dorf, J., Milewska, A., Łukaszyk, M., Kosidło, J. W., Kamińska, J., ... & Naumnik, W. (2023). Neutrophil/lymphocyte ratio (NLR) and lymphocyte/monocyte ratio (LMR)—risk of death inflammatory biomarkers in patients with COVID-19. *Journal of Inflammation Research*, 2209–2222 [in English].
18. Sokolenko, V. L., Sokolenko, S. V., Honcharenko, V. V., Kucher, V. V., & Kobal, I. V. (2022). Indicators of the skin microbiota and the phagocytic activity in meat and egg production workers. *Biotechnologia Acta*, 15(4), 41–43 [in English].
-

Honcharenko V.

graduate student at the Department of biology
Nizhyn Mykola Gogol State University
incrediblesmaug@gmail.com
orcid.org/0000-0002-0173-2655

Sokolenko S.

Candidate of Biology, Associate professor,
Associate professor at the Department of Cell Biology and Methods of Teaching
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy
sokolenko@i.ua
orcid.org/0000-0002-7341-1762

Sokolenko V.

Candidate of Biology, Associate professor,
Associate professor at the Department of Cell Biology and Methods of Teaching
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy
sokolenko@ukr.net
orcid.org/0000-0002-3096-8245

FEATURES OF INDICATORS OF PROFESSIONAL PHAGOCYTES IN PERSONS AGED 18–21 IN THE CONDITIONS OF MODERN STRESS FACTORS

One of the factors that can significantly affect people's lives and health is the presence of a constant destabilizing influence of military actions, and the consequences of the long-lasting COVID-19 pandemic only aggravate this situation. The excessive intensity of such

factors of a stressful nature can cause the development of various pathologies, the basic premise of which is considered to be allostatic load. This phenomenon requires constant monitoring and analysis. Indicators of the immune system are considered its recognized biomarkers. In the case of the population of Ukraine, predicting the allostatic load is complicated by the long-term, sequential (or parallel) action of such factors as the consequences of the Chernobyl nuclear power plant accident, the COVID-19 pandemic, and martial law. The purpose of our study is to analyze the indicators of professional phagocytes as a potential indicator of allostatic load in persons aged 18-21 years in the conditions of modern stress factors. The indicators of neutrophils and monocytes were determined in 22 students of the Cherkasy National University in 2021, the second year of the COVID-19 pandemic, and again in 2023, during the period of martial law. 6-9 months before the first examination, 6 people out of 22 fell ill with COVID-19. It was established that in the period from 2021 to 2023, variable changes in the indicators of professional phagocytes were observed in the examined students. In persons who previously fell ill with COVID-19, the initial mobilization of the monocytic unit (exceeding the upper limit of the reference values of the relative and absolute number of monocytes) faded over time, while the situation with a shift of the formula to the left (exceeding the upper limit of the norm of band neutrophils) increased by 2023. Considering a similar trend in persons who did not suffer from COVID-19 (indicators in 2021 were lower than in persons with a history of COVID-19, increased significantly from 2021 to 2023 and exceeded the upper limit of the norm), the detected phenomenon may be a result of stress caused by martial law. Individuals with cases of SARS-CoV-2 infection were more prone to the formation of signs of allostatic loading at the level of polymorphonuclear professional phagocytes. For a deeper understanding of the phenomenon, it is necessary to analyze indicators of phagocytic activity and the correlation between professional phagocytes and other factors of natural resistance.

Key words: professional phagocytes, monocytes, neutrophils, stress, COVID-19 pandemic, martial law, allostasis.

**Стаття до редакції надійшла 07.09.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 18.09.2024 року**

УДК 612.122

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-3-53-58

Дерека Т. Г.

доктор педагогічних наук, професор, доцент кафедри фізичної реабілітації
факультет охорони здоров'я
Тренчинський університет імені Олександра Дубчека
Тренчин, Словачька Республіка
24tetiana01@ukr.net
orcid.org/0000-0003-0998-1821

Шейко В. І.

доктор біологічних наук, професор, професор кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
interlycin@ukr.net
orcid.org/0000-0001-7932-4478

ВИКОРИСТАННЯ ТЕЙПІВ У РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ПРОГРАМАХ ПРИ ДИТЯЧОМУ ЦЕРЕБРАЛЬНОМУ ПАРАЛІЧІ

Частка осіб з обмеженими фізичними можливостями, які потребують постійних реабілітаційних заходів та соціалізації, становить від 25 до 40 %. Проблема дитячої інвалідності є однією із актуальних, як для медицини, так і для соціальної складової сучасного суспільства. Найбільш поширеною причиною інвалідності є дитячий церебральний параліч. Частота розповсюдженості захворювання дитячого церебрального паралічу становить від 1,8 до 9 випадків на 1000 дитячого населення.

Дефіцит рухової активності у хворих на церебральний параліч, в тому числі і у дитячого населення, є однією із ключових проблем, яку намагаються вирішити за допомогою лікувальних фізичних вправ, відновлювальної медицини, кінезіології та ерготерапії.

Вся діти та підлітки, що страждають на дитячий церебральний параліч, мають високу стомлюваність, зниження рівня інтелектуальної діяльності, низький рівень адаптації до психічних, психоемоційних та фізичних навантажень.

Тому проблема збільшення рухової активності у хворих на дитячий церебральний параліч та зменшення негативного впливу гіподинамії є однією із актуальних для медицини та реабілітації.

Таким чином, метою дослідження стало вивчення впливу тепів на рухливість основних суглобів кінцівок під час комплексної реабілітації дітей.

В дослідженні взяли участь діти віком 6-12 років з діагнозом дитячий церебральний параліч (46 осіб, 52 % хлопчики та 48 % дівчатка), яких розділили на дві підгрупи: перша проходила курс відновлювального лікування без застосування тейпів, а друга проходила відновлювальне лікування з паралельним використанням тейпів. Контроль складала група практично здорових дітей такого ж віку (21 особа). Враховуючі специфічність рухової активності на фоні патології церебральний параліч, застосування тейпів не обмежувало локомоцій, пов'язаних із ходьбою та виконанням вправ у вихідному положенні під час реалізації традиційних рухів традиційної реабілітаційної програми (згідно з протоколом лікування дитячого церебрального паралічу). Тейпи накладували на області плечового суглоба з пролонгуванням до ліктьового суглоба, область гомілки з захопленням областей колінного та гомілкового суглобів.

Після курсу відновлювального лікування з використанням тейпів було виявлено збільшення амплітуди рухів в плечовому, ліктьовому, колінному та гомілковому суглобах на 26 %, 24 %, 31 % 28 % відповідно в порівнянні з вихідними величинами. В підгрупі без використання тейпів також спостерігалось збільшення амплітуди

рухів в плечовому, ліктьовому, колінному та гомілковому суглобах на 8 %, 6 %, 11 %, 14 % відповідно в порівнянні з вихідними величинами. В контрольній групі після закінчення курсу лікувально-профілактичних вправ також відбулося зростання амплітуди рухів в плечовому, ліктьовому, колінному та гомілковому суглобах на 14 %, 11 %, 21 %, 16 % відповідно в порівнянні з вихідними величинами. Таким чином, при застосуванні тейпів у поєднанні з реабілітаційною програмою згідно протоколу лікування дітей з дитячим церебральним паралічем отримані більш виражені позитивні зміни у рухливості основних суглобів.

Ключові слова: церебральний параліч, тейпи, реабілітаційна програма, амплітуда рухів.

Вступ. Серед населення світу частка людей з обмеженими фізичними можливостями постійно збільшується, в тому числі серед дитячого населення. Кількість людей з обмеженими фізичними можливостями, які потребують постійних реабілітаційних заходів та соціалізації, становить від 25 до 40 %. Проблема дитячої інвалідності є однією із актуальних, як для медицини, так і для соціальної складової сучасного суспільства. Найбільш поширеною причиною інвалідності є дитячий церебральний параліч. Частота розповсюдженості захворювання дитячого церебрального паралічу становить від 1,8 до 9 випадків на 1000 дитячого населення [3, 4].

Дефіцит рухової активності у хворих на церебральний параліч є однією із ключових проблем, яку намагаються вирішити за допомогою лікувальних фізичних вправ, відновлювальної медицини, кінезіології та ерготерапії [6, 8, 9].

Характерними ознаками церебрального паралічу, як для дітей, так і для підлітків, є висока стомлюваність, знижений рівень інтелектуальної діяльності, низький рівень адаптації до психічних, психоемоційних та фізичних навантажень [6, 8, 9].

Саме вирішення проблеми збільшення рухової активності у хворих на дитячий церебральний параліч та зменшення негативного впливу гіподинамії є однією із головних та актуальних як для медицини, реабілітації, так і соціалізації таких хворих.

Для вирішення проблеми рухової активності серед хворих на дитячий церебральний параліч були розроблені загально прийняті реабілітаційні програми та протоколи лікування, які затверджені на рівні профільних міністерств в державах, що входять до ООН та ВООЗ [3, 4].

Згідно протоколу, реабілітаційна програма хворих на церебральний параліч складається з наступних елементів: лікувальні фізичні вправи, кінезіологія, ерготерапія, фармакологічні засоби, відновлювальна медицина, яка реалізується в спеціальних закладах, що спеціалізуються на лікуванні патологій та відновленні функцій нервової системи за допомогою рекреаційних та бальнеологічних складових [6, 8, 9].

На сучасному етапі реалізації програм реабілітації, які здійснюються згідно протоколів, доповнюються додатковими складовими або елементами, що є особливістю авторських реабілітаційних програм [6].

Серед авторських реабілітаційних програм слід звернути увагу на програми, які містять елементи спортивної медицини, а саме різноманітне використання тейпів (функціональних лейкопластирних пов'язок), які розробив та впровадив у практику спорту В. Дубровський. Саме використання тейпів на тлі загальноприйнятих заходів для відновлення локомоторних показників у спортсменів характеризувалось високою ефективністю [5, 6, 8].

Метою дослідження стало вивчення впливу тепів на рухливість основних суглобів кінцівок під час комплексної реабілітації дітей з церебральним паралічем.

Методи та організація дослідження. В дослідженні взяли участь діти віком 6-12 років з діагнозом дитячий церебральний параліч (46 осіб, 52 % хлопчики та 48 % дівчатка), яких розділили на дві підгрупи: перша проходила курс відновлювального лікування без застосування тейпів, а друга проходила відновлювальне лікування з

паралельним використанням тейпів. Контроль складала група практично здорових дітей такого ж віку (21 особа). Базою досліджень був реабілітаційний центр, який спеціалізується на лікуванні порушень нервової системи у дітей та підлітків, м. Тренчов. Батьки учасників надали письмову згоду на участь в дослідженні.

Враховуючі специфічність рухової активності на фоні патології церебральний параліч, застосування тейпів не обмежувало локомоцій, пов'язаних із ходьбою та виконанням вправ у вихідному положенні під час реалізації стандартних рухів традиційної реабілітаційної програми (згідно з протоколом лікування дитячого церебрального паралічу). Тейпи наскладували на області плечового суглоба з пролонгуванням до ліктьового суглоба, область гомілки з захопленням областей колінного та гомілкового суглобів [6, 7, 9].

Амплітуда рухів – це діапазон рухів, доступний для якогось одного суглоба або групи суглобів. Амплітуда рухів відповідає величині кута, на який суглоб здатний рухатися від анатомічного положення до крайньої межі свого руху в певному напрямку. Амплітуду рухів в суглобі вимірюють за допомогою гоніометра (рис. 1) [7, 8].

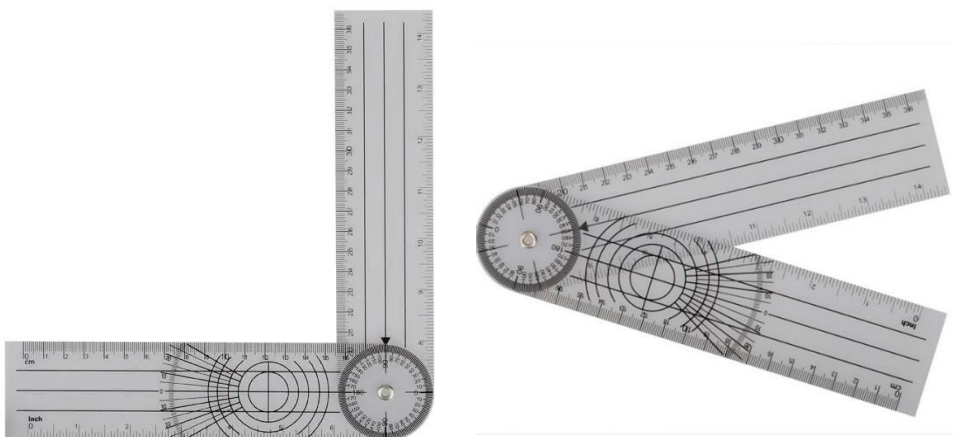


Рис. 1. Гоніометр лінійка ЕТОРОО для вимірювання рухливості суглобів 380 мм 360° (МПР-МЕДИЦИНА <https://mpr-med.com/ua/p755409616-goniometr-linejka-etopoo.html>)

Вимірювання амплітуди рухів в суглобах проводили до початку реабілітаційних програм і після закінчення реабілітаційних програм, як в контрольній групі, так і в першій та другій підгрупі [7, 8].

Під час проведення відновлювального лікування всі учасники дослідження знаходилися під наглядом лікарів-фахівців реабілітаційного центру.

Статистичну обробку результатів проводили на ЕОМ за пакетом програм Microsoft Excel – 97.

Робота виконувалась у відповідності до біоетичних норм з дотриманням відповідних принципів Гельсінської декларації прав людини, Конвенції ради Європи про права людини і біомедицини [1, 2].

Результати досліджень та їх обговорення. Після завершення виконання реабілітаційної програми у дітей першої та другої підгрупи проводилися вимірювання амплітуди рухів в плечовому, ліктьовому, колінному та гомілковому суглобах. Також паралельно проводилися вимірювання амплітуди рухів в плечовому, ліктьовому, колінному та гомілковому суглобах у дітей контрольної групи, які виконували фізичні вправи із реабілітаційної програми при церебральному паралічі. Вихідні значення амплітуди рухів в плечовому, ліктьовому, колінному та гомілковому суглобах у дітей з діагнозом церебральний параліч, як першої, та другої підгрупи, не мали достовірної різниці. В контрольній групі амплітуда рухів в плечовому, ліктьовому, колінному та

гомілковому суглобах була достовірно більша в порівнянні з величиною амплітуди рухів дітей з діагнозом церебральний параліч.

При порівнянні показників амплітуди рухової активності при використанні тейпів було виявлено достовірне збільшення порівняно з вихідними даними на 26 %, 24 %, 31 % 28 % в плечовому, ліктьовому, колінному та гомілковому суглобах відповідно (в середньому амплітуда рухів в усіх суглобах зросла на $8,35^0 \pm 1,27$ в порівнянні з вихідними значеннями).

В підгрупі дітей, які отримували курс відновлювального лікування, але без використання тейпів, також було виявлено достовірне зростання амплітуди рухів в плечовому, ліктьовому (зростання не мало достовірної різниці), колінному та гомілковому суглобах на 8 %, 6 %, 11 % 14 % відповідно (в середньому амплітуда рухів в усіх суглобах зросла на $3,65^0 \pm 1,04$ в порівнянні з вихідними значеннями).

Амплітуда рухів в контрольній групі після лікувально-оздоровчих вправ, які є складовою реабілітаційної програми при церебральному паралічі, була більшою в порівнянні з вихідними показниками на 14 %, 11 %, 21 %, 16 % в плечовому, ліктьовому, колінному та гомілковому суглобах відповідно (в середньому амплітуда рухів в усіх суглобах зросла на $5,45^0 \pm 2,14$ в порівнянні з вихідними значеннями).

Порівнюючи ступінь змін амплітуди рухів в плечовому, ліктьовому, колінному та гомілковому суглобах і дітей першої та другої підгрупи, слід відмітити, що більш позитивні зміни спостерігались при комплексному використанні лікувально-оздоровчих вправ та тейпів (друга підгрупа дітей з діагнозом церебральний параліч).

Так, в другій підгрупі у дітей з діагнозом церебральний параліч збільшення амплітуди рухів в плечовому, ліктьовому, колінному та гомілковому суглобах після завершення лікувально-оздоровчих вправ було більш значимим в порівнянні з такими показниками дітей першої підгрупи. Різниця між величиною амплітуди рухів в другій підгрупі та першій підгрупі в плечовому, ліктьовому, колінному та гомілковому суглобах становила $+5,3^0 \pm 0,5$; $+6,0^0 \pm 0,4$; $+4,4^0 \pm 0,3$; $+3,6^0 \pm 0,3$. Мінімальні зміни в амплітуді рухів в першій підгрупі зумовлені наявністю контрактур у суглобах та гіпертонусом м'язів. В другій підгрупі наявність тейпів в області плечового, ліктьового, колінного та гомілкового суглобів призводила до зменшення негативних проявів контрактур та гіпертонусу м'язів.

Використання тейпів під час реалізації реабілітаційної програми, супроводжувалось достовірним покращенням показників амплітуди рухів в плечовому, ліктьовому, колінному та гомілковому суглобах. Використання тейпів зменшує негативний вплив контрактур у суглобах та гіпертонус м'язів на фоні діагнозу церебральний параліч.

Висновок. Таким чином, застосування тейпів у поєднанні з реабілітаційною програмою згідно протоколу лікування дітей з дитячим церебральним паралічем, супроводжувалось більш вираженими позитивними змінами в амплітуді рухів плечового, ліктьового, колінного та гомілкового суглобів. Використання тейпів мало позитивний вплив, а саме, зменшувало прояви контрактур в суглобах та гіпертонус в м'язах, що і викликало більш виражені позитивні зміни по завершенню реабілітаційної програми.

Література

1. Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження». Документ 990_005, редакція від 01.10.2008. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. (дата звернення 26.04.2024).
2. Загальна декларація про біоетику та права людини. Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури: відділ етики науки і технології: сектор соціальних і гуманітарних наук. 2005 жов 19; 12 с. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf>. (дата звернення: 26.04.2024).

3. Cerebral Palsy Alliance launches 2023. URL: <https://cerebralpalsy.org.au/news-stories/cerebral-palsy-alliance-launches-2023-research-report/>
4. Global prevalence of cerebral palsy: A systematic analysis. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9804547/>
5. Gordon J. Alderink, Blake M. Ashby. *Clinical Kinesiology and Biomechanics: A Problem-Based Learning*. 2023. 501 p.
6. Michelle Jackman, Leanne Sakzewski, Catherine Morgan, Roslyn N. Boyd, Sue E. Brennan, Katherine Langdon, Rachel A. M. Toovey, Susan Greaves, Megan Thorley, Iona Novak. Interventions to improve physical function for children and young people with cerebral palsy: international clinical practice guideline. *Dev Med Child Neurol*. 2022. 64 (5). P. 536–549.
7. Pavan Kumar G. Biomechanics & kinesiology (detailed analysis of musculoskeletal structure and function). 2022. 370 p.
8. Sophie Levitt, Anne Addison. *Treatment of Cerebral Palsy and Motor Delay*. 2018. 464 p.
9. Tanochni Mohanty, Sibi Daniel Joseph, Pradeep Kumar Gunasekaran, Srinivasa Murthy Doreswamy, Lokesh Saini. Predictors of Risk for Cerebral Palsy: A Review. *Pediatr Phys. Ther*. 2023. 35 (3). P. 347-357.

References

1. Gelsinska dtklaracij Vsesvitnoi medicnoi asociacii (2008). «Etichni principii medicnih doslidgen za uchastj lydini u ykosti obekta doslidgen» ["Ethical principles of medical research involving a person as a research object"] document 990_005. dostup https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005 [in Ukrainian].
2. Zagalna deklaracij pro bioetiku ta prava lydini (2005). [General Declaration on Bioethics and Human Rights]. Organizacij Obednanih Nacii z pitan osviti, nauki i kulturi: viddil etiki nauki i tehnologij: stktor socialnih i gumanitarnih nauk. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf> [in Ukrainian].
3. Cerebral Palsy Alliance launches 2023. URL: <https://cerebralpalsy.org.au/news-stories/cerebral-palsy-alliance-launches-2023-research-report/> [in English].
4. Global prevalence of cerebral palsy: A systematic analysis <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9804547/> [in English].
5. Gordon J. Alderink, Blake M. Ashby (2023) *Clinical Kinesiology and Biomechanics: A Problem-Based Learning*. 501 [in English].
6. Michelle Jackman, Leanne Sakzewski, Catherine Morgan, Roslyn N. Boyd, Sue E. Brennan, Katherine Langdon, Rachel A. M. Toovey, (2022) Susan Greaves, Megan Thorley, Iona Novak. Interventions to improve physical function for children and young people with cerebral palsy: international clinical practice guideline. *Dev Med Child Neurol*. 64 (5), 536-549 [in English].
7. Pavan Kumar G. (2022) *Biomechanics & kinesiology (detailed analysis of musculoskeletal structure and function)* 370 [in English].
8. Sophie Levitt, Anne Addison. (2018) *Treatment of Cerebral Palsy and Motor Delay*. 464 [in English].
9. Tanochni Mohanty, Sibi Daniel Joseph, Pradeep Kumar Gunasekaran, Srinivasa Murthy Doreswamy, Lokesh Saini. (2023) Predictors of Risk for Cerebral Palsy: A Review. *Pediatr Phys. Ther*. 35 (3), 347-357 [in English].

Dereka T.

doctor of pedagogical sciences, professor, associate professor
of the department of physical rehabilitation
Faculty of Health Care
Trenchy University named after Oleksandr Dubchek,
Trencin, Slovak Republic
24tetiana01@ukr.net
orcid.org/0000-0003-0998-1821

Sheiko V.

doctor of biological sciences, professor,
Professor of the Department of Biology
Nizhyn Mykola Gogol State University
interlycin@ukr.net
orcid.org/0000-0001-7932-4478

**USE OF TAPES IN REHABILITATION PROGRAMS
FOR CHILDREN'S CEREBRAL PALSY**

The share of disabled people who need constant rehabilitation measures and socialization is from 25 to 40%. The problem of children's disability is one of the most urgent, both for medicine and for the social component of modern society. The most common form of childhood disability is cerebral palsy. The prevalence of cerebral palsy is 1.8 to 9 cases per 1,000 children.

Deficit of motor activity in patients with cerebral palsy, including children, is one of the key problems, which are tried to be solved with the help of therapeutic physical exercises, restorative medicine, kinesiology and occupational therapy.

All children and adolescents suffering from cerebral palsy have high fatigue, a decrease in the level of intellectual activity, and a low level of adaptation to mental, psycho-emotional and physical stress.

Therefore, the problem of increasing motor activity in patients with cerebral palsy and reducing the negative impact of hypodynamia is one of the most urgent for medicine and rehabilitation.

Thus, the aim of our study was to study the influence of taps on the mobility of the main joints of the limbs during complex rehabilitation of children.

Joint mobility was studied. The rehabilitation center became the base of the study. Children aged 6-12 years with a diagnosis of cerebral palsy participated in our study (46 people, 52% boys and 48% girls), who were divided into two subgroups: the first underwent a course of restorative treatment without the use of tapes, and the second underwent restorative treatment with parallel use tapes. The control consisted of a group of practically healthy children of the same age (21 people).

Taking into account the specificity of motor activity against the background of cerebral palsy pathology, the use of tapes did not limit the locomotion associated with walking and performing exercises in the starting position during the implementation of traditional movements of the traditional rehabilitation program (according to the cerebral palsy treatment protocol). The tapes were placed on the shoulder joint area with an extension to the elbow joint, the lower leg area with the knee and shin joint areas captured.

After a course of restorative treatment with the use of tapes, an increase in the amplitude of movements in the shoulder, elbow, knee and shin joints by 26%, 24%, 31% and 28% was found, respectively, compared to the initial values. In the subgroup without the use of tapes, there was also an increase in the amplitude of movements in the shoulder, elbow, knee, and leg joints by 8%, 6%, 11%, and 14%, respectively, compared to the initial values. In the control group, after the course of therapeutic and preventive exercises, there was also an increase in the amplitude of movements in the shoulder, elbow, knee, and leg joints by 14%, 11%, 21%, and 16%, respectively, compared to the initial values.

Thus, using tapes in combination with a rehabilitation program according to the protocol for the treatment of children with cerebral palsy, we obtained more pronounced positive changes in the mobility of the main joints.

Key words: cerebral palsy, tapes, rehabilitation program, amplitude of movements.

**Стаття до редакції надійшла 07.09.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 20.09.2024 року**

УДК 612.122

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-3-59-65

Казначєв Д. А.

аспірант кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
epala77777777ent@gmail.com
orcid.org/0009-0009-4728-0111

Шейко В. І.

доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
interlycin@ukr.net
orcid.org/0000-0001-7932-4478

**ОСОБЛИВОСТІ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ У ДІВЧАТ
З ВРОДЖЕНИМИ ВАДАМИ ЗОРУ**

Серед патологій ока провідна роль в формуванні інвалідності людини належить сліпоті та слабкозоркості. Кількість населення з інвалідністю, викликаною патологією зорової системи, постійно зростає, зазначена патологія посідає четверте місце за кількістю та розповсюдженістю в світі. Дисфункції зорової сенсорної системи можуть бути набуті або вроджені. Вроджена патологія органу зору може бути як самостійне порушення, так і в поєднанні з іншими патологічними процесами. Серед вроджених патологій зорової сенсорної системи спостерігається збільшення аномалій, пов'язаних з порушеннями розвитку органу зору. Дисфункції зору викликають вторинні патології: погіршення координації рухів, порушення різного ступеня в робочій позі та поставі, формування імунodefіцитного стану в системному імунітеті, гіподинамія, погіршення центральної гемодинаміки (на фоні набуті короткозорості).

Метою нашого дослідження є вивчення показників, що характеризують функціонування серцево-судинної системи на фоні вродженої патології зорової сенсорної системи (повна або часткова сліпота) у дівчат (21,4±1,5 років).

Дослідження проводилось на групі волонтерів, яка складалася з 20 осіб – контрольна/перша група (практично здорові), 20 осіб – друга група (волонтери з повною або частковою сліпотою). Стан серцево-судинної системи характеризували частота серцевих скорочень, артеріальний тиск систолічний та діастолічний, пульсовий тиск, середній артеріальний тиск, систолічний об'єм крові, хвилиний об'єм крові, коефіцієнт економічності кровообігу, індекс Кердо, середня тривалість серцевого циклу, секундний об'єм крові, серцевий індекс, індекс Робінсона. Всі досліджувані показники в другій групі були достовірно більші в порівнянні з контролем (від 8 % до 44 %), діастолічний тиск був достовірно менший за контроль, середня тривалість серцевого циклу та середній артеріальний тиск не мали достовірної різниці в порівнянні з контролем.

У дівчат з вродженою патологією зору діяльність серцево-судинної системи характеризується напруженням в роботі серця, ознаками виснаження адаптаційних резервів, формуванням генералізованого патофізіологічного процесу, який охоплює серцево-судинну систему та регуляторні центри.

Ключові слова: дисфункція органу зору, сліпота повна або часткова, центральна гемодинаміка, індекси серцевої системи, частота серцевих скорочень, артеріальний тиск систолічний і діастолічний, пульсовий тиск, середньо артеріальний тиск, систолічний об'єм крові, хвилиний об'єм крові.

Вступ. Морфофункціональні патології зорової сенсорної системи формують ознаки інвалідності як серед дорослих, так і дітей. Серед патологій ока провідна роль в формуванні інвалідності людини належить сліпоті та слабкозоркості. Кількість населення з інвалідністю, викликану патологією зорової системи, постійно зростає; зазначена патологія посідає четверте місце за кількістю та розповсюдженістю в світі [6, 10, 11].

Такий стан викликає стурбованість науковців, медиків та державних установ, які опікуються здоров'ям населення. ВООЗ затверджена Міжнародна класифікація хвороб та причин смерті десятого перегляду, де виокремлено патології зорової системи (ICD-10, розділ H), параграф «Розлади зору та сліпота (H53-H54)», сліпі мали гостроту зору на краще око 0,01 до 0,04 діоптрії (H54.0 – сліпота обох очей, H54.3 – неуточнена втрата зору обох очей), а слабкозорі – гостроту зору на краще око при корекції від 0,05 до 0,2 діоптрії (H54.1 – сліпота одного ока, знижений зір другого ока, H54.2 – знижений зір обох очей, H54.4 – сліпота одного ока, H54.6 – неуточнена втрата зору одного ока) [1].

Функціональна та морфологічна патологія зору викликає порушення рухової активності, які зумовлені зниженням гостроти зору, розладами бінокулярної та рухової функції ока [3, 4].

Дисфункції зорової сенсорної системи можуть бути набуті або вроджені. Вроджені дисфункції зору викликані: метаболічними та хронічними хворобами, вірусними інфекціями, токсоплазмозом, радіацією, гіповітамінозом, резус-конфліктом, зловживанням алкоголем, тютюнопалінням, неконтрольованим вживанням медикаментів, які впливають на організм матері під час вагітності. 30 % патологій зору викликані спадковістю [6, 11].

Вроджена патологія органу зору може бути як самостійним порушенням, так і в поєднанні з іншими патологічними процесами. Серед вроджених патологій зорової сенсорної системи спостерігається збільшення аномалій, пов'язаних з порушеннями розвитку органу зору. Так, в 60-х роках минулого століття така патологія становила 60,9 %, а зараз становить 80 % [6, 11].

Дисфункції зору викликають вторинні патології: погіршення координації рухів, порушення різного ступеня в робочій позі та поставі, формування імунодефіцитного стану в системному імунітеті, гіподинамія, погіршення центральної гемодинаміки (на фоні набуті короткозорості) [4, 8, 9, 12].

Всебічний аналіз літературних джерел, як вітчизняних, так і іноземних, присвячених проблемам патологій зору (вроджених та набутих) різного генезису, вказує на певні прогалини в дослідженні фізіологічних систем людського організму.

Таким чином, метою нашого дослідження є вивчення показників, що характеризують функціонування серцево-судинної системи на фоні вродженої патології зорової сенсорної системи (повна або часткова сліпота) у дівчат.

Методи та організація дослідження. Дослідження проводилось на групі волонтерів, яка складалася з 20 осіб – контрольна/перша група (практично здорові), 20 осіб – друга група (волонтери, які мають вроджені патології зорової сенсорної системи: повна або часткова сліпота). Всі волонтери були жіночої статі, середній вік яких становив $21,4 \pm 1,5$ років, які не мали захворювань серцево-судинної системи. Всі волонтери дали письмову згоду на участь в дослідженні.

Базою для проведення дослідження була спеціальна загальноосвітня школа-інтернат для сліпих та слабозорих людей, м. Слов'янськ, Донецької області (евакуйована з 2022 року в місто Кам'янське, Дніпропетровської області).

Про стан серцево-судинної системи (ССС) робили висновок за такими показниками: частота серцевих скорочень (ЧСС), артеріальний тиск систолічний та діастолічний (САр тиск, ДАр тиск), пульсовий тиск, систолічний об'єм крові (СОК), хвилинний об'єм крові (ХОК), коефіцієнт економічності кровообігу, індекс Кердо (ІК),

середня тривалість серцевого циклу, секундний об'єм крові, середній артеріальний тиск, серцевий індекс (CI), індекс Робінсона (IP) [7].

Статистичну обробку матеріалу здійснювали з допомогою програми Microsoft Excel. Визначали середнє значення та його похибку. Різницю між різними групами визначали за t-критерієм Стюдента.

Координація досліджень здійснювалась кафедрою біології Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя та кафедрою фізичної терапії, фізичного виховання та біології Донбаського педагогічного університету (м. Дніпро).

Робота виконувалась у відповідності до біоетичних норм з дотриманням відповідних принципів Гельсінської декларації прав людини, Конвенції ради Європи про права людини і біомедицини та відповідних законів України [2, 5].

Результати досліджень та їх обговорення. Отримані результати представлені в таблиці 1. Досліджувані показники в контрольній групі знаходились в межах референтних значень. В групі з вродженою патологією зору (повна або часткова сліпота) в межах референтних значень знаходилися ЧСС, середня тривалість циклу, САр. тиск, пульсовий тиск, середній артеріальний тиск.

ЧСС в другій групі була достовірно більша в порівнянні з контрольними показниками. Так, ЧСС на фоні вродженої патології зору була більша на 8,2 % в порівнянні з контролем. Середня тривалість циклу та САр тиск не мали достовірної різниці в порівнянні з контролем. Величина ДАр тиску була достовірно меншою в порівнянні з контрольними значеннями. Показник ДАр тиску був менший на 8 % в порівнянні з контролем і на 3,6 % в порівнянні з референтними значеннями (нижня межа).

Величина пульсового тиску на фоні вродженої патології органу зору була достовірно більшою в порівнянні з контрольними даними. Пульсовий тиск на фоні вродженої патології зору був більший на 16 % в порівнянні з контролем.

Таблиця 1

Показники діяльності серцево-судинної системи

| Показники | Референтні значення | Контрольна група | Вроджена патологія зору |
|---|---------------------|------------------|-------------------------|
| ЧСС, уд/хв. | 50-90 | 74,2±1,3 | 80,25±1,7* |
| Середня тривалість циклу, мл.с. | 1,2-0,66 | 0,81±0,02 | 0,75±0,04 |
| САр. тиск, мм.рт.ст. | 110-120 | 114,6±1,35 | 115,5±1,56 |
| ДАр. тиск, мм.рт.ст. | 70-80 | 73,31±1,48 | 67,5±1,12* |
| Пульсовий тиск, мм.рт.ст. | 40-60 | 41,3±1,37 | 48,0±1,58* |
| Середній артеріальний тиск, мм.рт.ст. | 80,0-100 | 87,1±1,48 | 83,5±1,23 |
| СОК, мл. | 44-60 | 63,0±2,74 | 72,65±2,27* |
| ХОК, мл/хв. | 3000-4000 | 4737,6±75,82 | 5828,6±78,16* |
| Секундний об'єм крові, мл./с | 50-67 | 78,96±3,03 | 97,1±9,74* |
| Серцевий індекс, у.о. | - | 59,28±4,76 | 85,82±5,27* |
| Коефіцієнт економичності кровообігу, у.о. | - | 3064,46±3,61 | 3852±4,42* |
| Індекс Робінсона, у.о. | - | 85±1,57 | 92,7±3,31* |
| Індексом Кердо, у.о. | - | +2±0,18 | +15,9±1,6* |

*- достовірні зміни по відношенню до контрольної групи, p< 0,05

На тлі вродженої патології зору величина СОК мала достовірне зростання в порівнянні з контрольними та референтними значеннями. Збільшення СОК в другій групі в порівнянні з контролем та референтними значеннями було на 15 % та 21 % відповідно. Така ж закономірність спостерігалась і в значеннях ХОК на фоні вродженої патології органу зору. Абсолютна величина ХОК в другій групі була більшою на 23 % та 46 % в порівнянні з контрольними та референтними значеннями відповідно. Збільшення величини ХОК в другій групі зумовлене збільшенням ЧСС та СОК. В свою чергу, збільшення СОК зумовлене збільшенням пульсового тиску та зменшенням ДАр тиску. Так, СОК збільшився на 15 % ($9,65 \pm 2,1$ мл), пульсовий тиск збільшився на 16 % ($6,7 \pm 1,4$ мм.рт.ст.), а ДАр тиск зменшився на 8 % ($5,8 \pm 1,27$ мм.рт.ст.) в порівнянні з контролем. Збільшення показників ЧСС в другій групі було на 8,2 % ($6 \pm 1,4$ уд/хв.).

Секундний об'єм крові на фоні вродженої патології зору був достовірно більший в порівнянні з контрольними показниками на 23 % ($18,14 \pm 4,2$ мл/с.). Збільшення секундного об'єму крові зумовлене збільшенням показника ХОК на такий же відсоток в порівнянні з контролем.

Всі вище перераховані зміни можуть вказувати на функціональне навантаження діяльності серця на фоні вродженої патології зору. Слід звернути увагу на зниження ДАр тиску, що опосередковано вказує на зниження тону судин і збільшення навантаження на серцевий м'яз.

Аналізуючи показники індексів, що характеризують функціонування ССС, слід звернути увагу на їх достовірне збільшення в другій групі в порівнянні з контрольними значеннями. Так, СІ більший на 44,8 % в порівнянні з контролем і свідчить про використання адаптаційних резервів серця для забезпечення руху крові по судинам на фоні вродженої патології органу зору.

Коефіцієнт економічності кровообігу в другій групі був більший на 25,7 % в порівнянні з контрольними значеннями, що може свідчити про збільшення енергетичних затрат, які забезпечують діяльність серця та циркуляцію крові. Збільшення енергетичних затрат для забезпечення руху крові по судинам є одним із факторів, що вказує на формування адаптаційного синдрому. В умовах вродженої патології органу зору це вказує на обмеження адаптаційних резервів ССС.

Збільшення СІ та коефіцієнту економічності кровообігу в другій групі є однією із ознак функціонально-фізіологічного напруження ССС, а саме міокарда, що в подальшому може викликати адаптаційне виснаження серцевого м'язу та призвести до морфопатологічних змін.

Величина індексу Кердо в другій групі вказує на зменшення резервів в регуляції кровообігу, що супроводжується зниженням аеробних можливостей організму та посиленням симпатичного тону. Збільшення показників індексу Кердо свідчить про високе нервово-психічне напруження на фоні вродженої патології органу зору (повну або часткову сліпоту), що може бути зумовлене неповною соціалізацією таких людей та постійним психо-соціальним стресом.

Підвищення індексу Робінсона (IP) в другій групі є характерною ознакою збільшення напруженості роботи серця.

Таким чином, збільшення індексів, які характеризують функціональний стан ССС, на фоні вродженої патології органу зору (повна або часткова сліпота) у дівчат вказують на залучення адаптаційних резервів, підвищення енергетичних затрат та зниження аеробних можливостей організму, посилення симпатичного тону, високий ступень напруженості в функціонування ССС, насамперед серця. Все перераховане зменшує адаптаційні та функціональні можливості організму у дівчат, що страждають на вроджену патологію органу зору (повна або часткова сліпота).

Висновок. У дівчат на фоні вродженої патології органу зору (повна або часткова сліпота) спостерігається достовірне збільшення величин показників, які характеризують діяльність ССС, що вказує на функціональне навантаження в роботі серця, порушення регуляторних механізмів кровообігу, збільшення енергетичних

затрат для забезпечення кровотоку, зниження аеробних можливостей організму, високе нервово напруження. Все вище перелічене вказує на формування адаптаційного синдрому у дівчат, що страждають на повну або часткову сліпоту, який виснажує регуляторно-адаптаційні механізми функціонування ССС. Така реакція зумовлена, на нашу думку, високим соціально-психологічним стресом, який базується на неповній соціалізації людей, що страждають на вроджену патологію зору, в нашому дослідженні повну або часткову сліпоту.

Отже, у дівчат на фоні повної або часткової сліпоти, яка є вродженою патологією, діяльність ССС характеризується напруженням в роботі серця, процесами виснаження адаптаційних резервів і регуляторно-адаптаційних механізмів, формуванням генералізованого патофізіологічного процесу, який охоплює ССС та регуляторні центри нервової системи, та підсилюється постійним стрес фактором неповної соціалізації в суспільстві.

Література

1. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/МКХ-10:_Клас_VII._Хвороби_ока_та_його_придаткового_апарату (дата звернення 05.червня 2024)
2. Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження». Документ 990_005, редакція від 01.10.2008. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. (дата звернення 05.06.2024).
3. Дичко В. В., Глоба Г. В., Дичко Д. В. Патофізіологічна корекція рухових дій та реактивності організму дітей віком 10-16 років з патологією зору : монографія. Слов'янськ. Вид-во Б.І. Маторіна. 2017. 180 с.
4. Дичко Д. В., Дичко О. А., Бобирев В. Є., Мельник І. М. Фізичний розвиток дітей з патологією зору. *World science: problems, prospects and innovations.: proceedings of the 10th International scientific and practical conference*. Toronto, Canada. 2021 С. 276–283.
5. Загальна декларація про біоетику та права людини. Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури: відділ етики науки і технології: сектор соціальних і гуманітарних наук [Інтернет]. 2005 жов. 19; 12 с. Доступно на: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf>. (дата звернення 05.06.2024)
6. Офтальмологічна допомога в Україні за 2014-2017 роки (аналітично-статистичний довідник). / Р. О. Моїсеєнко та ін. Київ. 2018. 314 с.
7. Функціональна діагностика. Жарінова О., Іваніва Ю., Куця В. ; за ред. Жарінова О., Іваніва Ю., Куця В. Київ, «Четверта хвиля», 2021. 784 с.
8. Шейко В. І. Вплив набутої короткозорості на системний імунітет та показники нейродинамічних функцій. *Матеріали 7 з'їзду Всеукраїнської громадської організації «Українське товариство клітинної біології» з міжнародним представництвом (7th Congress for All-Ukrainian public organization Ukrainian Society of Cell Biology with international representation)*. Львів, 11-13 вересня 2024 року. Львів. 2024 С. 69.
9. Шейко В. І., Івасенко А. Ю. Показники центральної гемодинаміки на тлі набутої короткозорості *Актуальні проблеми сучасної медицини*. 2024. Т.24 Вип.2(86). С.27-30.
10. Holden B. A., Fricke T. R., Wilson D. A., Jong M., Naidoo K. S., Sankaridurg P., Wong T. Y., Naduvilath T. J., Resnikoff S. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 2016. 123(5).P. 1036-1042.
11. Noncommunicable diseases: Risk factors. WHO. [Онлайн] https://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/overweight/en/. (дата звернення 05.06. 2024).
12. Sheiko V., Kolesnyk Y., Dereka T. Comparison of indicators of cellular and humoral immunity in acquired myopia mild and high degree. *Zdravotnicke listy*. 2020. V.8. №4. P. 36-42.

References

1. Vikipedij [Wikipedia] [Elektroniy resurs] – Regim dostupu [Access mode] https://uk.wikipedia.org/wiki/МКХ-10:_Клас_VII._Хвороби_ока_та_його_придаткового_апарату (05.06 2024) [in Ukrainian].

2. Gelsinska dtklaracij Vsesvitnoi medicnoi asociacii (2008). «Etichni principi medicnih doslidgen za uchastj lydini u ykosti obekta doslidgen» ["Ethical principles of medical research involving a person as a research object"] document 990_005. dostup https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005 (05.06.2024) [in Ukrainian].
3. Dichko, V. V., Globa, G. V., Dichko, D. V. (2021) Panofiziologichna korekcj ruhovih dij ta reaktivnosti organizmu ditey vikom 10-16 rokov z patologii zoru [Pathophysiological correction of motor actions and body reactivity of children aged 10-16 years with vision pathology] Slavyansk. Vid. D. I. Matorina – Slavyansk. Type of B.I. Matorina. 180 [in Ukrainian].
4. Dichko, V. V., Dichko, O. A., Bobirev, V. E., Melnik, I. M. (2021) Fizichniy rozvitok ditey z patologiej zoru [Physical development of children with visual pathology]. *World science: problems, prospects and innovations.: proceedings of the 10th International scientific and practical conference*. Toronto, Canada. P. 276–283 [in Ukrainian].
5. Zagalna deklaracij pro bioetiku ta prava lydini (2005). [General Declaration on Bioethics and Human Rights]. Organizacij Obednanih Nacii z pitan osviti, nauki i kulturi: viddil etiki nauki i tehnologii: stktor socialnih i gumanitarnih nauk. Dostup: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf> (05.06.2024) [in Ukrainian].
6. Moiseinko, R. O. (2018) Oftalmologichna dopomoga v Ukraini za 2014-2017 roki (analitichno-statistichnij dovidnik) [Ophthalmological care in Ukraine for 2014-2017 (analytical and statistical guide)] Kyiv [in Ukrainian].
7. Garinova, O., Ivaniv, Y., Kucj, V. (2021) Funkcionalna diagnostika [Functional diagnostics] Kyiv. Chetverta hvilj – Kyiv «Fourth wave» [in Ukrainian].
8. Sheiko, V. I. (2024) Vpliv nabunoi korotkozorosti na sistemnij imunitet ta neyrodinamichni funkcii [The influence of acquired myopia on systemic immunity and indicators of neurodynamic functions]. *Materiali 7 zizdu Vseykrainskoi gromadskoi organizacii 'Ukrainske tovaristvo klitinnoi biologii' z mignarodnim predstavnictvom [7th Congress for All-Ukrainian public organization Ukrainian Society of Cell Biology with international representation]*. Lviv. [in Ukrainian].
9. Sheiko, V. I., Ivashenko, A. Yu. (2024) Pokazniki centralnoi gemodinamiki na tli nabutoi korotkozorosti [Indicators of central hemodynamics against the background of acquired myopia] *Aktualni probltmi suchasnoi medicine – Actual problems of modern medicine*. 24(2(86)) 7-30 [in Ukrainian].
10. Holden, B. A., Fricke, T. R., Wilson, D. A., Jong, M., Naidoo, K. S., Sankaridurg, P., Wong, T. Y., Naduvilath, T. J., Resnikoff, S. (2016) Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*, 23 (5), 1036-42 [in English].
11. Noncommunicable diseases: Risk factors. WHO. https://www.who.int/gho/ncd/-risk_factors/overweight/en/. (05.06. 2024) [in English].
12. Sheiko, V., Kolesnyk, Y., Dereka, T. (2020) Comparison of indicators of cellular and humoral immunity in acquired myopia mild and high degree. *Zdravotnicke listy*, 8 (4), 36-42 [in English].

Kaznacheev D.

graduate student of the Department of Biology
Mykola Gogol Nizhyn State University
epala77777777ent@gmail.com
orcid.org/0009-0009-4728-0111

Sheiko V.

doctor of biological sciences, professor,
Professor of the Department of Biology
Mykola Gogol Nizhyn State University
interliycin@ukr.net
orcid.org/0000-0001-7932-4478

FEATURES OF CENTRAL HEMODYNAMICS IN GIRLS WITH CONGENITAL VISUAL DEFECTS

Among the pathologies of the eye, the leading role in the formation of human disability belongs to blindness and low vision. The number of people with disabilities caused by the pathology of the visual system is constantly growing, this pathology ranks fourth in terms of number and prevalence in the world. Dysfunctions of the visual sensory system can be acquired or congenital. Congenital pathology of the organ of vision can be both an independent disorder and combined with other pathological processes. Among the congenital pathologies of the visual sensory system, there is an increase in anomalies associated with disorders of the development of the organ of vision. Visual dysfunctions are caused by secondary pathologies: deterioration of coordination of movements, violations of various degrees in working posture and posture, formation of an immunodeficiency state in systemic immunity, hypodynamia, deterioration of central hemodynamics (on the background of acquired myopia).

The purpose of our study is to study indicators characterizing the functioning of the cardiovascular system against the background of congenital pathology of the visual sensory system (complete or partial blindness) in girls (21.4±1.5 years old).

The study was conducted on a group of volunteers, which consisted of 20 people – the control/first group (practically healthy), 20 people – the second group (volunteers with complete or partial blindness). The state of the cardiovascular system was characterized by heart rate, systolic and diastolic blood pressure, pulse pressure, mean blood pressure, systolic blood volume, minute blood volume, circulation efficiency coefficient, Kerdo index, average duration of the cardiac cycle, second volume blood volume, cardiac index, Robinson index.

All studied indicators in the second group were significantly higher compared to the control (from 8% to 44%), diastolic pressure was significantly lower than the control, the average duration of the cardiac cycle and the average arterial pressure did not have a significant difference compared to the control.

In girls with congenital vision pathology, the activity of the cardiovascular system is characterized by stress in the work of the heart, signs of exhaustion of adaptation reserves, the formation of a generalized pathophysiological process that includes the cardiovascular system and regulatory centers.

Key words: dysfunction of the organ of vision, complete or partial blindness, central hemodynamics, indexes of the cardiac system, heart rate, arterial pressure systolic, diastolic, pulse, mean arterial, systolic blood volume, minute blood volume.

**Стаття до редакції надійшла 05.09.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 21.09.2024 року**

УДК 612.66

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-3-66-73

Кобаль І. В.

аспірант кафедри клітинної біології та
методики викладання біологічних дисциплін
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
ivan.kobal2017@gmail.com
orcid.org/0000-0001-8618-9251

Соколенко С. В.

кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри клітинної біології
та методики викладання біологічних дисциплін
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
sokolenko@i.ua
orcid.org/0000-0002-7341-1762

Соколенко В. Л.

кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри клітинної біології
та методики викладання біологічних дисциплін
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
sokolenko@ukr.net
orcid.org/0000-0002-3096-8245

**ПОКАЗНИКИ ЛЕЙКОГРАМИ У ПРАЦІВНИКІВ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ
НА ДРУГОМУ РОЦІ ПАНДЕМІЇ COVID-19**

Професійні захворювання у галузі освіти характеризуються різноманітними порушеннями унаслідок постійної психологічної напруги і навантаження голосового та опорно-рухового апарату. Зараз у всьому світі зростає число стресів та емоційного вигорання, пов'язаних з роботою. Для подолання такого явища необхідна вчасна діагностика проявів стресу серед співробітників різних груп, зокрема, й у галузі освіти. Останнім часом варто враховувати наявність додаткового стресу, зумовленого пандемією COVID-19. Спорадичні закриття шкіл і перехід до онлайн-викладання під час пандемії призводили до значних змін у роботі вчителів і могли посилити інші стресові впливи. Мета нашого дослідження – проаналізувати показники лейкограми, як потенційні біомаркери порушення стану здоров'я на другому році пандемії COVID-19, в осіб, котрі працюють в освітній галузі. Аналіз крові проведено у 45 педагогічних працівників закладів середньої освіти м. Черкаси та Черкаського району віком 26-52 років, котрі проходили планові медичні огляди на другому році пандемії COVID-19 на базі КНП «Черкаська центральна районна лікарня» Червонослобідської сільської ради. В анамнезі обстежених не було випадків захворювання на COVID-19. Контрольну групу сформували студенти Черкаського національного університету без ознак гострих чи хронічних хвороб. В осіб, котрі працюють в галузі освіти, виявили ознаки стресового впливу, що проявляються перерозподілом показників лейкограми. Це, зокрема, зниження в освітян другого зрілого віку відносної кількості лімфоцитів порівняно з контрольними показниками та показниками у підгрупі першого зрілого віку; підвищення порівняно з контролем у освітян першого зрілого віку відносної та абсолютної кількості паличкоядерних нейтрофілів. Особливо виражені стрес-індуковані зміни природної резистентності спостерігалися серед освітян другого зрілого віку, окремі з них є ознаками мобілізації запальних процесів та реакцій гіперчутливості. Для коректних висновків щодо частки стресового впливу, зумовленого умовами карантину унаслідок пандемії COVID-19, потрібно порівняти дані з показниками населення інших професійних категорій.

Ключові слова: стрес, пандемія COVID-19, лейкограма, професійні ризики в освіті, прозапальні маркери.

Вступ. Професійні захворювання займають вагоме місце серед актуальних медико-біологічних проблем сучасності [1]. Для розробки превентивних заходів важливо мати достовірну інформацію про поширеність і закономірності формування тієї чи іншої професійної захворюваності. Таку можливість надає, зокрема, рання діагностика певних біомаркерів та виявлення нових факторів ризику, які потенціюють загальноновизнані причини професійних захворювань [2]. Доступними біомаркерами є клініко-біохімічні показники крові [3-5].

Професійні фактори можуть бути безпосередніми причинами хвороби або ж посилювати прояви патології [6, 7].

Статистичні дані свідчать, що соціально-економічні умови, які супроводжують професійну діяльність, істотно впливають на ризик розвитку професійних захворювань. Проте, релевантність їх впливу можна підтвердити лише при клінічно підтверджених випадках професійної захворюваності. Вагомим фактором є розуміння того, чи впливає соціально-економічне середовище на можливість людини продовжувати роботу при ризиках розвитку професійного захворювання. Хоча зміни стану здоров'я, зумовлені певною діяльністю, частіше перешкоджають стійкій працездатності в осіб з низьким соціально-економічним становищем, особи високого статусу мають підвищені ризики стресування під час праці [8, 9].

Професійні захворювання у галузі освіти характеризуються фізичними або психологічними порушеннями унаслідок постійної психологічної напруги і навантаження голосового та опорно-рухового апарату. Освітняни значну частину часу проводять в положенні стоячи, регулярно навантажують плечові та шийні області, коли піднімають руки для писання на дошці, тривалий час сидять при підготовці матеріалу. У них часто спостерігається біль в спині, плечах і хребті, що зумовлено необхідністю збереження певної постави протягом тривалого часу, неадекватності меблів тощо [10, 11].

Зараз у всьому світі зростає число стресів та емоційного вигорання, пов'язаних з роботою. Для подолання такого явища необхідна вчасна діагностика проявів стресу серед співробітників різних груп, зокрема, і в галузі освіти [12, 13]. Останнім часом варто враховувати наявність додаткового стресу, зумовленого пандемією COVID-19 [14, 15]. Спорадичні закриття шкіл і перехід до онлайн-викладання під час пандемії призводили до значних змін у роботі вчителів і могли посилити інші стресові впливи [16].

Виробничі фактори здатні призводити до модифікації імунологічної реактивності учасників виробничого процесу [6, 17]. Показники клітинного імунітету є ефективними біомаркерами стресу та шкідливих екзогенних чинників середовища [18-20]. Тому аналіз лейкограми залишається важливим діагностичним засобом оцінки потенційно небезпечних виробничих факторів, зокрема, в умовах потенційних ризиків, зумовлених періодом пандемії COVID-19.

Мета дослідження: проаналізувати показники лейкограми, як потенційні біомаркери порушення стану здоров'я на другому році пандемії COVID-19, в осіб, котрі працюють в освітній галузі.

Методи та організація дослідження. Показники лейкограми на другому році пандемії COVID-19 (2021 рік) визначали у педагогічних працівників (45 осіб віком 26-52 років) закладів середньої освіти м. Черкаси та Черкаського району. В анамнезі обстежених не було випадків захворювання на COVID-19. Серед них 18 осіб першого зрілого віку (26-34 років; 7 осіб чоловічої статі, 11 – жіночої), котрі працювали в галузі менше 10 років, та 27 осіб другого зрілого віку (35-52 років; 12 осіб чоловічої статі, 15 – жіночої) котрі працювали в галузі більше 10 років.

Обстежені проходили планові медичні огляди на базі Комунального некомерційного підприємства «Черкаська центральна районна лікарня» Червонослобідської сільської ради. Серед обстежених не було осіб з ознаками гострих чи хронічних хвороб.

Контрольну групу сформували студенти Черкаського національного університету без ознак гострих чи хронічних хвороб (23 особи віком 19-20 років; 7 осіб чоловічої статі, 16 осіб жіночої статі).

Всі особи жіночої статі (і контрольної, і дослідної груп) були обстежені у фолікулярну стадію менструального циклу.

Як показники норми використали референтні значення відповідних показників, прийняті в клініко-діагностичній лабораторії КНП «Черкаська центральна районна лікарня».

Показники лейкограми визначали на аналізаторі Diagon D-cell 60 (Diagon Ltd, Угорщина). Додатковий аналіз популяцій гранулоцитів проводили за мазком крові, фарбованим за Паппенгеймом.

Статистичну обробку матеріалу здійснювали з допомогою програми Microsoft Excel. Визначали середнє значення та його похибку. Різницю між різними групами визначали за t-критерієм Стюдента (після перевірки вибірок на нормальність розподілу).

Результати досліджень та їх обговорення

Встановлено, що загальна кількість лейкоцитів у всіх обстежених була в межах референтних значень, виявлено незначну тенденцію до підвищення середнього значення показника у працівників галузі освіти обох вікових груп порівняно з контролем. Статистичної достовірності таке зростання не мало, розкид показників в групах був незначним (табл. 1).

Таблиця 1
Показники лейкограми в освітян різних вікових груп, $M \pm m$

| Показники / норма | Контрольна група n=23 | Працівники освіти першого зрілого віку n=18 | Працівники освіти другого зрілого віку n=27 |
|---|--------------------------|--|---|
| Лейкоцити, $\times 10^9/\text{л}$ 4,0-9,6 | 6,93 \pm 0,21 | 7,25 \pm 0,34 | 7,33 \pm 0,41 |
| Лімфоцити, % 20-40 | 27,21 \pm 0,85 | 25,17 \pm 0,96 | 21,12 \pm 1,04 ***, ## |
| Лімфоцити, $\times 10^9/\text{л}$ 1,5-4,0 | 2,01 \pm 0,09 | 1,83 \pm 0,10 | 1,57 \pm 0,15 * |
| Моноцити, % 4,0-10,0 | 8,10 \pm 0,62 | 7,41 \pm 0,85 | 11,01 \pm 0,77 **, ## |
| Моноцити, $\times 10^9/\text{л}$ 0,2-0,8 | 0,61 \pm 0,05 | 0,55 \pm 0,09 | 0,81 \pm 0,07 * |
| Нейтрофіли пал., % 1,0-6,0 | 5,59 \pm 0,44 | 7,91 \pm 0,62 ** | 6,11 \pm 0,48 |
| Нейтр. пал., $\times 10^9/\text{л}$ 0,04-0,4 | 0,42 \pm 0,03 | 0,52 \pm 0,03 * | 0,45 \pm 0,05 |
| Нейтрофіли сегм., % 47,0-65,0 | 56,52 \pm 1,12 | 54,12 \pm 1,45 | 57,11 \pm 2,01 |
| Нейтр. сегм., $\times 10^9/\text{л}$ 2,0-6,5 | 4,10 \pm 0,17 | 3,79 \pm 0,21 | 4,20 \pm 0,22 |
| Еозинофіли, % 0,5-3,0 | 1,53 \pm 0,19 | 2,45 \pm 0,49 | 7,70 \pm 0,25 *** |
| Еозинофіли, $\times 10^9/\text{л}$ 0,05-0,45 | 0,12 \pm 0,02 | 0,18 \pm 0,03 | 0,21 \pm 0,04 * |
| Базофіли, % 0,0-1,0 | 0,93 \pm 0,19 | 2,00 \pm 0,21 *** | 2,20 \pm 0,25 *** |
| Базофіли, $\times 10^9/\text{л}$ 0,00-0,02 | 0,06 \pm 0,01 | 0,11 \pm 0,03 | 0,15 \pm 0,03 * |

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ у порівнянні з контролем
- $p < 0,01$ у порівнянні з підгрупою освітян першого зрілого віку

У студентів з контрольної групи та освітян першого зрілого віку показник відносної кількості лімфоцитів перебував на середньому рівні референтного діапазону, у освітян другого зрілого віку змістився до його нижньої межі. Вихід за нижню межу норми виявлено лише в окремих працівників галузі освіти з робочим стажем вище 10 років. В обстежених освітньої галузі, котрі мали великий стаж роботи, відносна кількість лімфоцитів була значимо нижчою як від контрольних показників, так і від показників у підгрупі першого зрілого віку. Абсолютна кількість лімфоцитів у освітян другого зрілого віку достовірно нижча, ніж показники в контрольній групі (табл. 1).

Аналіз рівня моноцитів показав його зміщення і в контролі, і в дослідних підгрупах від середини референтного діапазону до верхньої межі. В освітян з тривалим стажем роботи відносна кількість моноцитів достовірно вища від контрольних значень та показника в підгрупі першого зрілого віку, абсолютна кількість вища, ніж контрольні показники. І відносна, і абсолютна кількість моноцитів у освітян другого зрілого віку перебувала на верхньому рівні норми, у окремих осіб показники виходили за межі норми (табл. 1).

Показники кількості сегментоядерних нейтрофілів в усіх групах перебували в межах норми, значимої різниці між групами не було. Відносна та абсолютна кількість паличкоядерних нейтрофілів в контрольній групі та освітян другого зрілого віку були на верхній межі норми, у освітян першого зрілого віку вийшли за верхню межу норми і були достовірно вищі, ніж в контрольній групі (табл. 1).

Відносна кількість еозинофілів в обох вікових підгрупах освітян зміщена до верхньої межі референтного діапазону. В освітян другого зрілого віку з великим стажем роботи відносна кількість еозинофілів достовірно вища від показників контролю (табл. 1).

Показники кількості базофілів в обстежених з контрольної групи перебували на верхній межі норми, у освітян з обох вікових груп вийшли за верхню межу і були достовірно вищі від контрольних значень за відносною кількістю. Абсолютна кількість базофілів була вищою від контролю в освітян другого зрілого віку (табл. 1).

Зниження кількості лімфоцитів є ознакою стресової реакції [18]. Відповідно, виявлений ефект в підгрупі освітян другого зрілого віку, при відсутності подібної закономірності в підгрупі першого зрілого віку, можна вважати наслідком тривалого професійного впливу. Проте, в освітян першого зрілого віку спостерігається істотне підвищення кількості паличкоядерних нейтрофілів (зсув формули вліво), яке, при відсутності виражених запальних патологій, можна схарактеризувати як компенсаторну реакцію на стресовий вплив. Тобто, в обох вікових підгрупах освітян наявні ознаки стрес-індукованих змін природної резистентності, але вони реалізуються за різними механізмами.

Підвищення кількості моноцитів, еозинофілів та базофілів в обстежених освітян з великим стажем роботи можна схарактеризувати як мобілізацію прихованих процесів запалення та реакцій гіперчутливості [21]. Така мобілізація може спричинитися як віковим фактором, так і впливом професійного середовища. Зростання рівня базофілів, як ознака розвитку гіперчутливості, вимагає ретельного аналізу. Алергії, стимульовані професійною діяльністю, здатні привести до відмови від професії при невчасному діагностуванні [22, 23].

Висновки з дослідження та перспективи подальшого дослідження.

Таким чином, в осіб, котрі працюють в галузі освіти, наявні ознаки стресового впливу, що проявляються перерозподілом показників лейкограми. Особливо виражені стрес-індуковані зміни природної резистентності серед освітян другого зрілого віку, окремі з них є ознаками мобілізації запальних процесів та реакцій гіперчутливості. Досить складно визначити частку стресового впливу, зумовленого умовами карантину унаслідок пандемії COVID-19. Його проявами варто вважати достовірні відмінності від контрольних значень кількості паличкоядерних нейтрофілів та базофілів у освітян першого зрілого віку, які не можна трактувати наслідками тривалого професійного впливу чи віковою інволюцією показників імунної системи. Для коректних висновків потрібно порівняти дані з показниками населення інших професійних категорій.

Література

1. Takala J. et al. Global estimates of the burden of injury and illness at work in 2012. *J. Occup. Environ. Hyg.* 2014. V.11. P. 326-337.
2. Davoodi S. et al. Occupational disease registries-characteristics and experiences. *Acta Inform. Med.* 2017. V. 25(2). P. 136-40.
3. Новосад Н. В., Безпалько М. С. Біохімічні та імунологічні показники крові у працівників КП НВК «Іскра». *Актуальні питання біології, екології та хімії.* 2018. Т.15(1). С. 101-108.
4. Kobal I., Sokolenko V., Sokolenko S. Leukogram and ESR indicators in persons working in various industries during the COVID-19 pandemic. *Grail of Science.* 2022. V. 16. P. 122-126.
5. Yu P. et al. Analysis of electrocardiogram and blood related indicators in workers occupationally exposed to mercury in Jiangsu Province from 2016 to 2018. *Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases.* 2019. V.37(12). P. 949-952.
6. Cestonaro L. V. et al. Biochemical, hematological and immunological parameters and relationship with occupational exposure to pesticides and metals. *Environmental Science and Pollution Research.* 2020. P.1-12.
7. Lei D. K., Grammer L. C. Occupational immunologic lung disease. *Allergy Asthma Proc.* 2019. V. 40(6). P. 418-420.
8. Dieker A. C. M. et al. The contribution of work and lifestyle factors to socioeconomic inequalities in self-rated health - A systematic review. *Scand. J. Work Environ. Health.* 2018. V.45(2). P. 114-125.
9. Schaap R. et al. The effects of exit from work on health across different socioeconomic groups: A systematic literature review. *Soc. Sci. Med.* 2017. V.198. P.36-45.
10. Fahmy V. F. et al. Prevalence, risk factors and quality of life impact of work-related musculoskeletal disorders among school teachers in Cairo, Egypt. *BMC Public Health.* 2022. V.22(1). P. 2257.
11. Vertanen-Greis H., Löyttyniemi E., Uitti J. Voice disorders are associated with stress among teachers: a cross-sectional study in Finland. *Journal of Voice.* 2020. V. 34(3). P. 488-e1.
12. Gomes K. O. et al. Overview of occupational diseases caused by mental stress most frequently observed in Brazilian teachers: a review. *International Neuropsychiatric Disease Journal.* 2018. P.1-11.
13. Müller G. et al. Work-Related determinants of burnout in a nationally representative sample of German employees. Results from the study on mental health at work. *JOEM.* 2018. V.60. P. 584-588.
14. Fruehwirth J. C., Biswas S., Perreira K. M. The Covid-19 pandemic and mental health of first-year college students: Examining the effect of Covid-19 stressors using longitudinal data. *PloS One.* 2021. V. 16(3), P. e0247999.
15. Greenberg N. et al. Mental health of staff working in intensive care during COVID-19. *Occupational Medicine.* 2021. V.71(2). P. 62-67.
16. Minihan E. et al. COVID-19 related occupational stress in teachers in Ireland. *International Journal of Educational Research Open.* 2022. V.3. P. 100114.
17. Cartier A. New causes of immunologic occupational asthma, 2012-2014. *Curr. Opin. Allergy. Clin. Immunol.* 2015. V.15(2). P.117-123.
18. Соколенко В. Л., Соколенко С. В. Активність радіонуклідів і реалізація функцій імунної системи у мешканців радіаційно забруднених територій. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Біологія, медицина».* 2015. Т. 6(2), С. 93-96.
19. Sokolenko V. L., Sokolenko S. V. Manifestations of allostatic load in residents of radiation contaminated areas aged 18–24 years. *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* 2019. V.10(4). P. 422-431.
20. Sokolenko V. L. et al. Indicators of the skin microbiota and the phagocytic activity in meat and egg production workers. *Biotechnologia Acta.* 2022. 15(4), 41-43.
21. Rich R. R., et al. *Clinical Immunology E-Book: Principles and Practice.* Elsevier Health Sciences. 2022.
22. Lipińska-Ojrzanowska A. et al. Predicting occupational allergy in culinary and hairdressing apprentices. *Occup. Med. (Lond).* 2020. V.70(1). P. 68-71.
23. Merget R. et al. Medical surveillance and long-term prognosis of occupational allergy due to platinum salts. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 2017. V.90(1). P. 73-81.

References

1. Takala, J., Hämmäläinen, P., Saarela, K. L., Yun, L. Y., Manickam, K., Jin, T. W., ... & Lin, G. S. (2014). Global estimates of the burden of injury and illness at work in 2012. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 11(5), 326-337 [in English].
2. Davoodi, S., Haghighi, K. S., Kalhori, S. R. N., Hosseini, N. S., Mohammadzadeh, Z., & Safdari, R. (2017). Occupational disease registries—characteristics and experiences. *Acta Informatica Medica*, 25(2), 136-140 [in English].
3. Novosad N. V., & Bespal'ko M.S. (2018). Biokhimichni ta imunolohichni pokaznyky krovi u pratsivnykiv KP NVK «Iskra» [Biochemical and immunological blood parameters in workers of industrial enterprises kp NVK "Iskra"]. *Aktualni pytannia biolohii, ekolohii ta khimii [Current issues of biology, ecology and chemistry]*, 15(1), 101-108 [in Ukrainian].
4. Kobal, I., Sokolenko, V., & Sokolenko, S. (2022). Leukogram and ESR indicators in persons working in various industries during the COVID-19 pandemic. *Grail of Science*, (16), 122–126 [in English].
5. Yu, P., Yin, H. Y., Guo, J. D., Ding, E. M., Zhu, B. L., & Chen, S. J. (2019). Analysis of electrocardiogram and blood related indicators in workers occupationally exposed to mercury in Jiangsu Province from 2016 to 2018. *Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases*, 37(12), 949-952. [in English].
6. Cestonaro, L. V., Garcia, S. C., Nascimento, S., Gauer, B., Sauer, E., Göethel, G., ... & Arbo, M. D. (2020). Biochemical, hematological and immunological parameters and relationship with occupational exposure to pesticides and metals. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 29291-29302 [in English].
7. Lei, D. K., & Grammer, L. C. (2019). Occupational immunologic lung disease. In *Allergy & Asthma Proceedings*, 40, 6, 418 [in English].
8. Dieker, A. C., IJzelenberg, W., Proper, K. I., Burdorf, A., Ket, J. C., van der Beek, A. J., & Hulsege, G. (2019). The contribution of work and lifestyle factors to socioeconomic inequalities in self-rated health – a systematic review. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 45(2), 114-125 [in English].
9. Schaap, R., de Wind, A., Coenen, P., Proper, K., & Boot, C. (2018). The effects of exit from work on health across different socioeconomic groups: a systematic literature review. *Social Science & Medicine*, 198, 36-45 [in English].
10. Fahmy, V. F., Momen, M. A. M. T., Mostafa, N. S., & Elawady, M. Y. (2022). Prevalence, risk factors and quality of life impact of work-related musculoskeletal disorders among school teachers in Cairo, Egypt. *BMC Public Health*, 22(1), 2257 [in English].
11. Vertanen-Greis, H., Löytyniemi, E., & Uitti, J. (2020). Voice disorders are associated with stress among teachers: a cross-sectional study in Finland. *Journal of Voice*, 34(3), 488-e1 [in English].
12. Gomes, K., Lima, V., Sousa, D., Silva, R., Pinto, Y., Costa, D., & Vasconcelos, E. (2018). Overview of occupational diseases caused by mental stress most frequently observed in Brazilian teachers: a review. *International Neuropsychiatric Disease Journal*, 11(3), 1-11 [in English].
13. Müller, G., Brendel, B., Freude, G., Potter, G., Rose, U., Burr, H., ... & Martus, P. (2018). Work-related determinants of burnout in a nationally representative sample of German employees: results from the study on mental health at work. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 60(7), 584-588 [in English].
14. Fruehwirth, J. C., Biswas, S., & Perreira, K. M. (2021). The Covid-19 pandemic and mental health of first-year college students: Examining the effect of Covid-19 stressors using longitudinal data. *PLoS One*, 16(3), e0247999 [in English].
15. Greenberg, N., Weston, D., Hall, C., Caulfield, T., Williamson, V., & Fong, K. (2021). Mental health of staff working in intensive care during COVID-19. *Occupational Medicine*, 71(2), 62-67 [in English].
16. Minihan, E., Adamis, D., Dunleavy, M., Martin, A., Gavin, B., & McNicholas, F. (2022). COVID-19 related occupational stress in teachers in Ireland. *International Journal of Educational Research Open*, 3, 100114 [in English].
17. Cartier, A. (2015). New causes of immunologic occupational asthma, 2012–2014. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 15(2), 117-123 [in English].

18. Sokolenko, V., & Sokolenko, S. (2015). Aktyvnist radionuklidiv i realizatsiia funktsii imunnoi systemy u meshkantsiv radiatsiino zabrudnennykh terytorii [Radionuclide activity and the immune system functioning in residents of radiation contaminated areas]. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Seriiia Biolohiia, Medytsyna*, 6(2), 93-96 [in Ukrainian] [in Ukrainian].
19. Sokolenko V. L., Sokolenko S. V. (2019). Manifestations of allostatic load in residents of radiation contaminated areas aged 18–24 years. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(4), 422-431 [in English].
20. Sokolenko, V. L., Sokolenko, S. V., Honcharenko, V. V., Kucher, V. V., & Kobal, I. V. (2022). Indicators of the skin microbiota and the phagocytic activity in meat and egg production workers. *Biotechnologia Acta*, 15(4), 41-43 [in English].
21. Rich, R. R., Fleisher, T. A., Schroeder Jr, H. W., Weyand, C. M., Corry, D. B., & Puck, J. M. (Eds.). (2022). *Clinical Immunology E-Book: Principles and Practice*. Elsevier Health Sciences. [in English].
22. Lipińska-Ojrzanowska, A., Walusiak-Skorupa, J., Nowakowska-Świrta, E., & Wiszniewska, M. (2020). Predicting occupational allergy in culinary and hairdressing apprentices. *Occupational Medicine*, 70(1), 68-71 [in English].
23. Merget, R., Pham, N., Schmidtke, M., Casjens, S., van Kampen, V., Sander, I., ... & Brüning, T. (2017). Medical surveillance and long-term prognosis of occupational allergy due to platinum salts. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 90, 73-81 [in English].
-

Kobal I.

graduate student at the Department of Cell Biology and Methods of Teaching
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy
ivan.kobal2017@gmail.com
orcid.org/0000-0001-8618-9251

Sokolenko S.

Candidate of Biology, Associate professor, Associate professor at the
Department of Cell Biology and Methods of Teaching
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy
sokolenko@i.ua
orcid.org/0000-0002-7341-1762

Sokolenko V.

Candidate of Biology, Associate professor, Associate professor at the
Department of Cell Biology and Methods of Teaching
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy
sokolenko@ukr.net
orcid.org/0000-0002-3096-8245

LEUKOGRAM INDICATORS OF EDUCATION INDUSTRY EMPLOYEES IN THE SECOND YEAR OF THE COVID-19 PANDEMIC

Professional diseases in the field of education are characterized by various disorders due to the constant presence of psychological tension and strain on the vocal and locomotor apparatus. Currently, the number of work-related stress and emotional burnout is increasing all over the world. To overcome this phenomenon, timely diagnosis of stress manifestations among employees of various groups, in particular, in the field of education, is necessary. Recently, it is worth considering the presence of additional stress caused by the COVID-19 pandemic. Sporadic school closures and the shift to online teaching during the pandemic have led to significant changes in teachers' workloads and may have exacerbated other stressful impacts. The purpose of our study is to analyze leukogram indicators as potential biomarkers of health impairment in the second year of the COVID-

19 pandemic in persons working in the educational sector. Blood tests were performed on 45 teaching staff of secondary education institutions in Cherkasy and Cherkasy district, aged 26-52, who underwent routine medical examinations during the second year of the COVID-19 pandemic at the Cherkasy Central District Hospital. There were no cases of COVID-19 in the majority of those examined. The control group was formed by students of the Cherkasy National University without signs of acute or chronic diseases. In persons working in the field of education, signs of stress were found, manifested by a redistribution of leukogram indicators. This is, in particular, a decrease in the relative number of lymphocytes among educators of the second mature age compared to control indicators and indicators in the subgroup of the first mature age; an increase in the relative and absolute number of band neutrophils compared to the control in the first mature age educators. Particularly pronounced stress-induced changes in natural resistance were observed among educators of the second mature age, some of them are signs of mobilization of inflammatory processes and hypersensitivity reactions. For correct conclusions regarding the share of stress impact caused by quarantine conditions due to the COVID-19 pandemic, it is necessary to compare the data with the indicators of the population of other professional categories.

Key words: stress, COVID-19 pandemic, leukogram, professional risks in education, pro-inflammatory markers.

***Стаття до редакції надійшла 11.09.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 21.09.2024 року***

УДК 616.8

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-3-74-80

Потапенко В. М.

магістранта кафедри біології

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

veronikapotapenko27@gmail.com

orcid.org/0009-0005-2307-3389

СУЧАСНІ МЕТОДИ РАННЬОЇ ТА ПІЗНЬОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПАЦІЄНТІВ ПІСЛЯ ІШЕМІЧНОГО ІНСУЛЬТУ

У статті висвітлено сучасні методи ранньої та пізньої реабілітації пацієнтів після ішемічного інсульту. Актуальність теми реабілітації пацієнтів після ішемічного інсульту обумовлена значним зростанням кількості випадків інсультів у всьому світі, включаючи Україну. Ішемічний інсульт є однією з основних причин інвалідності та втрати працездатності, що призводить до серйозних фізичних, когнітивних та психосоціальних наслідків для пацієнтів. Незважаючи на значний прогрес у лікуванні гострої фази інсульту, проблема реабілітації залишається критичною для забезпечення відновлення та покращення якості життя пацієнтів.

Акцент зроблено на важливості своєчасного початку реабілітаційних заходів, зокрема на перших етапах після стабілізації стану пацієнта. Рання реабілітація є важливою для запобігання розвитку ускладнень, таких як тромбози, пролежні, контрактури, гіпостатична пневмонія, що виникають через низьку рухову активність. Основною метою реабілітації є повернення пацієнта до максимального можливого рівня фізичних, когнітивних, емоційних і соціальних функцій.

Мультидисциплінарний підхід, який включає лікарів, фізіотерапевтів, ерготерапевтів, логопедів та інших фахівців, визнаний найбільш ефективним для досягнення оптимальних результатів. Важливим компонентом є мобілізація пацієнтів, яка має розпочинатися якомога раніше, що сприяє поліпшенню рухових функцій та загального стану здоров'я. Активна участь пацієнта в процесі реабілітації, включаючи виконання вправ для повсякденної активності (ADL), також відіграє ключову роль у відновленні.

Пізня реабілітація є не менш важливою, оскільки продовження відновлювальних заходів після виписки з лікарні допомагає знизити ризик функціональних погіршень та поліпшити якість життя пацієнта. Зокрема, дослідження демонструють, що реабілітація, яка триває впродовж року після інсульту, сприяє значному покращенню функціональних показників і рівня самостійності пацієнтів.

Таким чином, сучасні методи реабілітації після ішемічного інсульту включають як ранні, так і пізні етапи, і їхня тривалість та інтенсивність мають бути індивідуально адаптовані до стану пацієнта.

Ключові слова: ішемічний інсульт, реабілітація після ішемічного інсульту, рання реабілітація, пізня реабілітація, нейрореабілітація, гостре порушення мозкового кровообігу, реабілітація після гострого порушення мозкового кровообігу.

Вступ. Інсульт є однією з провідних причин смертності, інвалідизації та виникнення різних ускладнень. На сьогоднішній день в Україні ситуація з цереброваскулярними захворюваннями є вкрай складною через психоемоційне перенапруження, зумовлене рядом негативних факторів, зокрема, бойовими діями в країні. Аналіз показників захворюваності свідчить, що мозковий інсульт (MI) є однією з найважчих форм цереброваскулярних порушень [2].

В Україні інсульт є серйозною проблемою для системи охорони здоров'я, що потребує ретельного вивчення та вдосконалення підходів [2]. Кожна третя людина у світі має ризик пережити гострий мозковий інсульт, який є другою за поширеністю причиною смертності у світі. З початку 2023 року в Україні було зареєстровано 87 114 випадків гострого мозкового інсульту. З них ішемічний інсульт було діагностовано у 76 575 пацієнтів, а геморагічний – у 10 802 осіб. Найбільша кількість випадків інсульту була зафіксована в Дніпропетровській, Харківській областях та в Києві [3].

Проведення реабілітації після інсульту є ключовим аспектом процесу відновлення, і важливо розпочинати його якнайшвидше, щоб запобігти розвитку ускладнень. Останні дослідження підтверджують ефективність ранньої реабілітації у різних медичних закладах та використання загальноприйнятих показників для оцінки результатів [4, 5].

Метою є аналіз існуючих методів ранньої та пізньої реабілітації пацієнтів після ішемічного інсульту.

Методи та організація дослідження. У дослідженні застосовано комплексний підхід, що включає аналіз сучасної наукової літератури та клінічних рекомендацій з питань реабілітації після ішемічного інсульту.

Результати досліджень та їх обговорення. Визначення ВООЗ зазначає, що інсульт – це синдром, який характеризується раптовою появою ознак порушення мозкових функцій, що можуть тривати більше 24 годин і призводити до смерті за відсутності інших, несудинних причин [3].

Сьогодні інсульт є однією з головних причин інвалідизації населення України. Пацієнти з цим діагнозом потребують особливого медичного догляду, постійного моніторингу сімейним лікарем та вузькими фахівцями, а також часто потребують стаціонарного лікування [2].

У випадках тяжкого перебігу хвороби пацієнти потребують технічних засобів для реабілітації, як це передбачено постановою Кабінету Міністрів України №1301. За пацієнтами з серйозними ураженнями мозку доглядають члени їхніх сімей, вони потребують соціальної підтримки, а в найтяжчих випадках – паліативної допомоги.

На відміну від інших країн, де інсульт посідає третє місце серед причин смертності, в Україні цей показник є ще вищим і випереджає навіть смертність від онкологічних захворювань. Інсульт залишається найважчою формою судинних уражень мозку [3].

Після перенесеного інсульту, без вчасної та належної реабілітації, хворий ризикує отримати інвалідність або загинути. Реабілітація пацієнтів є пріоритетним завданням, яке потребує постійного вдосконалення методик та впровадження новітніх підходів у роботу реабілітологів. Економічний аспект також важливий, оскільки інвалідність серед працездатного населення завдає значних збитків країні [6].

В Україні ситуація з наслідками інсульту залишається критичною. Якісна реабілітація на всіх етапах лікування є ключовим фактором у процесі відновлення. До мультидисциплінарних команд реабілітологів, залежно від нозології, входять фізіотерапевти та ерготерапевти, які працюють для поліпшення функціонального стану пацієнтів. Часто у людей, що перенесли інсульт, спостерігаються рухові та мовні порушення [2].

Основне завдання фахівців із реабілітації – розробка індивідуальних програм реабілітації, що базуються на Міжнародній класифікації функціонування (МКФ), обмежень життєдіяльності та здоров'я. Впровадження цієї класифікації дозволяє детально оцінити стан пацієнта та скласти програму реабілітації з чітким моніторингом її ефективності [4].

Періоди реабілітації умовно розділяють на такі:

1. Гострий (перший місяць після інсульту).
2. Ранній (перші шість місяців).
3. Пізній (від шести до дванадцяти місяців).

4. Віддалений (після року) [5].

Гострий період. Реабілітація починається одразу після стабілізації стану під наглядом медичних працівників. Основне завдання – відновити рухові й мовні функції, проводити профілактику рецидивів та оцінити ступінь пошкодження мозку. На цьому етапі застосовуються базові фізичні вправи, масаж і зміна положення тіла. Мовленнєві функції відновлюються за допомогою спеціальних вправ для м'язів обличчя і язика. Важливими є медикаментозна терапія, фізіотерапія (лазерна, електротерапія, магнітотерапія) та знеболювальні процедури [6].

Ранній період. Рекомендовано проводити цей етап у спеціалізованих реабілітаційних центрах. Протягом перших трьох місяців пацієнт переходить від простих до складніших вправ, поступово опановуючи самостійне виконання завдань (сидіння, стояння, ходіння та піднімання предметів). Важливим є відновлення когнітивних функцій, зору та мови, а також психологічна підтримка пацієнта [9].

Пізній період. Цей етап спрямований на закріплення досягнутих результатів. Якщо функції не відновились до цього часу, ймовірність їхнього повного відновлення є низькою. Проте реабілітація зосереджується на зміцненні набутих навичок і подальшій адаптації до самостійного життя [9].

Важливою умовою успіху реабілітації є її початок з перших днів госпіталізації (бажано в перші 24 години), після відновлення вітальних функцій, та залучення координованої мультидисциплінарної команди (МДК). До МДК входять: лікуючий лікар, медсестра, фахівець з фізичної реабілітації, лікар ЛФК, логопед, психолог, пацієнт та члени його сім'ї і особи, які приймають участь у догляді за пацієнтом. Дослідження показують, що спеціалізовані команди досягають кращих результатів, використовуючи менше часу на терапію, порівняно зі звичайними бригадами [7].

Пацієнти, госпіталізовані з інсультом, повинні бути оглянуті реабілітаційною командою (МДК) протягом 24-48 годин після госпіталізації для розробки індивідуального плану реабілітації (ІРП). Програма реабілітації розписується на термін більше року після виписки і підлягає регулярному перегляду зі сторони МДК, особливо на етапах гострого періоду, коли стан пацієнта динамічно змінюється. Для цієї мети МДК має збиратись не менше ніж раз на 7 днів та оцінює прогрес пацієнта, наявні труднощі, зміни в лікувальних та реабілітаційних заходах [2].

Програма реабілітації має бути індивідуальною і враховувати тяжкість стану і потреби пацієнта. ІРП повинна бути націленою на профілактику ускладнень, відновлення порушених рухових функцій та забезпечення самообслуговування. Це дозволяє знизити ризик інвалідності та скоротити терміни непрацездатності. Етапи ІРП включають: 1. Оцінка функціональних порушень і обмежень. 2. Прогнозування результатів реабілітації. 3. Планування заходів. 4. Виконання програми реабілітації. 5. Регулярний перегляд та корекція ІРП [3].

Оцінка функціональних порушень, включаючи когнітивні та рухові здібності, здійснюється впродовж перших двох тижнів після інсульту. Це дозволяє коригувати реабілітаційну програму відповідно до прогресу пацієнта. Для оцінки функціонального статусу та післяінсультних порушень запропоновані шкали: шкала Бартел (допомагає визначити ступінь обмежень у повсякденній діяльності), шкала важкості інсульту Національних Інститутів здоров'я США (NIHSS), Індекс мобільності Рівермід (RMI), Модифікована шкала Ренкіна (mRS), Шкала рівноваги Берг (BBS), Модифікована шкала спастичності Ашфорт (MAS) [5].

Пацієнт повинен займатися з кожним фахівцем мінімум годину на день, п'ять разів на тиждень, з урахуванням його фізичних можливостей і стану здоров'я. Пацієнтам необхідно постійно практикувати нові навички у повсякденній діяльності, щоб закріпити результати реабілітації та навчитись застосовувати набуті навички у житті [2].

Важливо активно залучати до процесу реабілітації як самих пацієнтів, так і осіб, що за ними доглядають, щоб сприяти більш ефективному відновленню. Родичі

пацієнта та персонал проходять навчання з технік пересування та мобілізації пацієнта; таке навчання надається спеціалістами МДК.

Метою реабілітації є забезпечення умов для досягнення і підтримки максимального рівня фізичних, інтелектуальних, психологічних та соціальних функцій у людей з обмеженими можливостями. Завдання фізичної реабілітації – це не лише відновлення втрачених функцій, але й розвиток нових навичок, що дозволяють пацієнтам брати активну участь у житті суспільства. Особливо важливою є реабілітація, спрямована на відновлення ходьби, яка повинна бути доступною для всіх пацієнтів, що стабілізувалися після інсульту [6].

Заходи фізичної реабілітації можуть включати мануальну терапію, відновлення рухових функцій, фізичні вправи, механотерапію, тренування функцій, а також застосування допоміжних технологій, таких як ортези та засоби пересування. Рання мобілізація та адекватні фізичні навантаження є ключовими для профілактики ускладнень, таких як контрактури, пролежні, тромбоемболії, патологічні пози, застійні явища в легенях, гіпостатична пневмонія та спастичність. Адекватна рухова активність допомагає покращити загальний фізичний та психоемоційний стан пацієнта. Для пацієнтів, які не можуть брати участь в активній реабілітації, рекомендовано проводити пасивні рухи для профілактики контрактур і болю [8].

Основні положення ранньої фізичної реабілітації: 1. Пасивні та активні рухи для запобігання контрактурам. 2. Дихальні вправи та дренажні техніки для профілактики ускладнень дихальної системи. 3. Зміна положень тіла кожні 2-3 години для профілактики пролежнів. 4. Профілактика патологічних поз шляхом правильного викладення кінцівок за допомогою ортезів та подушок. 5. Активні рухи для зміцнення м'язів уражених кінцівок, включаючи вправи з обтяженням та механотерапію. 6. Розвиток функціональних можливостей в положенні лежачи, сидячи, стоячи, з акцентом на баланс і координацію. 7. Відновлення ходьби та координації рухів, навчання подоланню бар'єрів. 8. Робота з дрібною моторикою для відновлення функцій руки [8].

Заходи логопедичної корекції поділяються на корекцію комунікативних розладів та дисфагії.

Пацієнти з порушеннями мовлення повинні бути оглянуті логопедом якомога раніше. Терапію слід розпочинати на початкових етапах захворювання та проводити її регулярно.

Афазія є складним мовним порушенням, яке виникає внаслідок ураження мовних центрів мозку і проявляється в труднощах з мовленням, письмом та розумінням. Незважаючи на це, когнітивні функції пацієнтів часто залишаються збереженими або мають незначні зміни. Афазія значно впливає на можливості пацієнта спілкуватися, на його якість життя, а також на ефективність процесу відновлення. Логопедичне втручання має проводитися кваліфікованим спеціалістом для максимальної ефективності. Логопедичні заняття мають проводитися щонайменше дві години на тиждень [2].

Дисфагія спостерігається приблизно у 40% пацієнтів після інсульту, що вимагає своєчасної діагностики та відповідного втручання. Пацієнти з тривалими (понад тиждень) порушеннями ковтання повинні проходити спеціальну реабілітаційну програму, що включає вправи для відновлення функцій ротоглотки та електростимуляцію. Необхідно приділяти увагу адаптації дієти, зокрема корекції густоти їжі [2].

Висновки. Сучасні методи реабілітації пацієнтів після ішемічного інсульту ґрунтуються на комплексному підході, що охоплює як ранній, так і пізній періоди відновлення. Незважаючи на наявність високотехнологічних інсультних відділень та можливість проведення тромболітичної терапії, повне відновлення досягається менш ніж у третини пацієнтів. Саме тому реабілітація відіграє ключову роль у відновленні фізичних, когнітивних, психологічних та соціальних функцій.

Ранній початок реабілітації, який включає мобілізацію пацієнта, є вирішальним фактором для зниження ризику ускладнень, таких як тромбоз, пролежні, контрактури

та гіпостатична пневмонія. Мобілізація включає всі форми активності, від руху в ліжку до можливості самостійної ходи, і є основою ранньої відновлювальної терапії. Використання мультидисциплінарного підходу, де команда складається з лікарів, медсестер, спеціалістів з лікувальної фізкультури, ерготерапевтів та логопедів, значно підвищує ефективність реабілітації.

Дослідження показують, що продовження реабілітаційних заходів протягом року після інсульту значно знижує ризик функціональних погіршень. Велика інтенсивність терапії, особливо активності у повсякденному житті, пов'язана з покращеними функціональними результатами. Пізні етапи реабілітації також є надзвичайно важливими для закріплення результатів відновлення та підтримки здобутих навичок.

Таким чином, успішна реабілітація пацієнтів після ішемічного інсульту повинна базуватися на ранньому початку, мультидисциплінарному підході та тривалому контролі функціонального стану. Індивідуальний план лікування, спрямований на максимальне відновлення фізичних та когнітивних здібностей, є основою успішного повернення пацієнта до повсякденного життя.

Література

1. Інсульт: що робить держава для пацієнтів. Дія. URL: <https://moz.gov.ua/uk/insult-scho-robit-derzhava-dlja-pacientiv> (дата звернення: 16.09.2024).
2. Міністерство охорони здоров'я України. Наказ МОЗ України від 03.08.2012 р. № 602 «Про затвердження та впровадження медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги при ішемічному інсульті». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0602282-12#Text>.
3. Міністерство охорони здоров'я України. Наказ МОЗ України від 03.08.2012 р. № 602 «Реабілітація, профілактика і лікування ускладнень та планування виписки при ішемічному інсульті». Адаптована клінічна настанова, заснована на доказах. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va602282-12#n1266>
4. Юхимчук Х. В. Реабілітація хворих з інсультом. *Медсестринство*. 2018. С. 23–26.
5. Янушпольська О. Реабілітація після інсультів. *Scientific Collection «InterConf+»*. 2022. 18 (95). С. 593-611.
6. Cahill L. S., Carey L. M., Lannin N. A., Turville M. Implementation interventions to promote the uptake of evidence-based practices in stroke rehabilitation. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2020. 10(10). CD012575.
7. Kakuda W., Nakajima M., Oki K., Koyama T. Evidence and recommendations for acute stroke rehabilitation from the Japan Stroke Society: Abridged secondary publication of the Japanese-language version. *Progress in Rehabilitation Medicine*. 2024. 9. 20240015.
8. Kwakkel G., Stinear C., Essers B. Motor rehabilitation after stroke: European Stroke Organisation (ESO) consensus-based definition and guiding framework. *European Stroke Journal*. 2023. 8(4). P. 880–894.
9. Li X., He Y., Wang D., Rezaei M. J. Stroke rehabilitation: from diagnosis to therapy. *Frontiers in neurology*. 2024. 15. 1402729.
10. Zhang T., Zhao J., Li X., Bai Y. Chinese Stroke Association Stroke Council Guideline Writing Committee. Chinese Stroke Association guidelines for clinical management of cerebrovascular disorders: executive summary and 2019 update of clinical management of stroke rehabilitation. *Stroke and Vascular Neurology*. 2020. 5(3). P. 250–259.

References

1. Insult: shcho robyt derzhava dlja patsientiv. Dija. URL: <https://moz.gov.ua/uk/insult-scho-robit-derzhava-dlja-pacientiv> (data zvernennia: 16.09.2024) [in Ukrainian].
2. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. Nakaz MOZ Ukrainy vid 03.08.2012 r. № 602 «Pro zatverdzhennia ta vprovadzhennia medyko-tekhnolohichnykh dokumentiv zi standartyzatsii medychnoi dopomohy pry ishemichnomu insulti». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0602282-12#Text> [in Ukrainian].
3. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. Nakaz MOZ Ukrainy vid 03.08.2012 r. № 602 «Reabilitatsiia, profilaktyka i likuvannia uskladnen ta planuvannia vypysky pry ishemichnomu

insulti». Adaptovana klinichna nastanova, zasnovana na dokazakh. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va602282-12#n1266> [in Ukrainian].

4. Iukhymchuk, Kh. V. (2018) Reabilitatsiia khvorykh z insultom. *Medsestrynstvo*, 23-26 [in Ukrainian].

5. Ianushpolska, O. (2022) Reabilitatsiia pislia insultiv. *Scientific Collection «InterConf+»*. 18 (95), 593-611 [in Ukrainian].

6. Cahill, L. S., Carey, L. M., Lannin, N. A., Turville, M. (2020) Implementation interventions to promote the uptake of evidence-based practices in stroke rehabilitation. *The Cochrane database of systematic reviews*, 10(10), CD012575 [in English].

7. Kakuda, W., Nakajima, M., Oki, K., Koyama, T. (2024) Evidence and recommendations for acute stroke rehabilitation from the Japan Stroke Society: Abridged secondary publication of the Japanese-language version. *Progress in Rehabilitation Medicine*, 9, 20240015 [in English].

8. Kwakkel, G., Stinear, C., Essers, B., et al. (2023). Motor rehabilitation after stroke: European Stroke Organisation (ESO) consensus-based definition and guiding framework. *European Stroke Journal*. 8(4), 880–894 [in English].

9. Li, X., He, Y., Wang, D., Rezaei, M. J. (2024) Stroke rehabilitation: from diagnosis to therapy. *Frontiers in neurology*, 15, 1402729 [in English].

10. Zhang, T., Zhao, J., Li, X., Bai, Y. (2020) Chinese Stroke Association Stroke Council Guideline Writing Committee. Chinese Stroke Association guidelines for clinical management of cerebrovascular disorders: executive summary and 2019 update of clinical management of stroke rehabilitation. *Stroke and Vascular Neurology*, 5(3), 250–259 [in English].

Potapenko V.

Master's student of the Department of Biology
Nizhyn Mykola Gogol State University
veronikapotapenko27@gmail.com
orcid.org/0009-0005-2307-3389

MODERN METHODS OF EARLY AND LATE REHABILITATION OF PATIENTS AFTER ISCHEMIC STROKE

The article highlights modern methods of early and late rehabilitation of patients after ischemic stroke. The relevance of the topic of rehabilitation of patients after ischemic stroke is due to a significant increase in the number of stroke cases all over the world, including Ukraine. Ischemic stroke is one of the main causes of disability and loss of working capacity, which leads to serious physical, cognitive and psychosocial consequences for patients. Despite significant progress in the treatment of the acute phase of stroke, the problem of rehabilitation remains critical to ensure recovery and improve the quality of life of patients.

Emphasis is placed on the importance of timely initiation of rehabilitation measures, in particular at the first stages after stabilization of the patient's condition. Early rehabilitation is important to prevent the development of complications such as thrombosis, bedsores, contractures, hypostatic pneumonia arising from low motor activity. The main goal of rehabilitation is to return the patient to the highest possible level of physical, cognitive, emotional and social functions.

A multidisciplinary approach, which includes doctors, physiotherapists, occupational therapists, speech therapists and other specialists, is recognized as the most effective for achieving optimal results. An important component is the mobilization of patients, which should begin as early as possible, which contributes to the improvement of motor functions and general health. Active participation of the patient in the rehabilitation process, including activities of daily living (ADL), also plays a key role in recovery.

Late rehabilitation is no less important, as the continuation of rehabilitation measures after discharge from the hospital helps to reduce the risk of functional deterioration and improve

the patient's quality of life. In particular, research shows that rehabilitation, which continues for a year after a stroke, contributes to a significant improvement in functional indicators and the level of independence of patients.

Thus, modern methods of rehabilitation after ischemic stroke include both early and late stages, and their duration and intensity should be individually adapted to the patient's condition.

Key words: ischemic stroke, rehabilitation after ischemic stroke, early rehabilitation, late rehabilitation, neurorehabilitation, acute cerebrovascular accident, rehabilitation after acute cerebrovascular accident.

**Стаття до редакції надійшла 11.09.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 21.09.2024 року**



«НАУКОВІ ЗАПИСКИ. БІОЛОГІЧНІ НАУКИ»
(НІЖИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИКОЛИ ГОГОЛЯ) /
RESEARCH NOTES. BIOLOGY RESEARCH
(NIZHYN MYKOLA GOGOL STATE UNIVERSITY)

Науковий журнал «Наукові записки. Біологічні науки» (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя) – це наукове видання з біологічних наук, засноване у 2023 році Ніжинським державним університетом імені Миколи Гоголя.

Свідоцтво про реєстрацію: KB № 25398-15338 P від 20 січня 2023 р.

Періодичність: 4 рази на рік.

У науковому журналі висвітлюються актуальні питання біологічної науки.

Редакція здійснює присвоєння кожному опублікованому матеріалу міжнародного цифрового ідентифікатора DOI.

До друку приймаються статті докторів наук, кандидатів наук, молодих науковців (аспірантів, здобувачів), а також інших осіб, які мають вищу освіту та займаються науковою діяльністю. Редакція залишає за собою право на редагування і відхилення статей. За достовірність фактів, статистичних даних та іншої інформації відповідальність несе автор. Передрук матеріалів збірника дозволяється тільки з дозволу автора і редакції.

РУБРИКИ ЖУРНАЛУ

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 091 БІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ

1. Ботаніка
2. Зоологія
3. Біохімія
4. Фізіологія рослин
5. Нормальна та патологічна анатомія та фізіологія людини і тварин

Мова публікації: українська, англійська.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ТЕКСТУ РУКОПISУ

1. Формат А4; орієнтація – книжкова, матеріали збережені та підготовлені у форматі Microsoft Word (*.doc або *.docx). Поля з усіх сторін – 20 мм; шрифт – 14, основний шрифт – Times New Roman, *Arial* і *Courier New* для текстових фрагментів; інтервал між рядками – 1,5; вирівнювання тексту – по ширині; автоматична розстановка переносів – включена; абзацний відступ – 1,25 см; нумерація сторінок – не ведеться.

2. Малюнки та таблиці необхідно подавати в статті безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. Розмір шрифту табличного тексту зазвичай на 2 пункти менше основного шрифту. Кількість таблиць, формул та ілюстрацій має бути мінімальною та доречною. Рисунки і таблиці на альбомних сторінках не приймаються.

3. *Нерозривний пробіл (Ctrl+Shift+пробіл) ставиться обов'язково: між ініціалами та прізвищем (С. Русова); після географічних скорочень (м. Київ); між знаками номера (№) та параграфа і числами, які до них відносяться; у посиланнях на літературу [14, с. 60]; всередині таких скорочень: і т. д., і т. п. тощо; між внутрішньо-текстовими пунктами й інформацією, яка йде після них, між числами й одиницями виміру (20 кг), а також дат (XX ст., 2002 р.).*

4. Посилання на літературу подаються у тексті тільки у квадратних дужках до прикладу: [1, с. 2], бібліографічний список у кінці тексту. Посторінкові виноска та посилання не допускаються.

5. Г. Славтіч приділяє увагу проблемі формування психологічної культури навичок ділового спілкування, обґрунтовує зміст та умови її формування [1, с. 2]. Вчена визначає такі особливості розвитку психологічної культури ділового спілкування як «якісна характеристика потреби у спілкуванні, рівень її розвитку, мотиви спілкування, операційний компонент спілкування, рівень знань про професії бізнесу, техніка спілкування» [1; 6, с. 9–10].

6. Бібліографічний опис списку використаних джерел оформлюється з урахуванням розробленого в 2015 році Національного стандарту України **ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання» (ДСТУ 8302:2015 р.)**.

7. References. Оформлюється відповідно до стандарту APA (APA Style Reference Citations). Автор (трансліт), назва статті (трансліт), назва статті (в квадратних дужках переклад англійською мовою), назва джерела (трансліт), вихідні дані (місто з позначенням англійською мовою), видавництво (трансліт).

Для складення списку за стандартом APA пропонуємо скористатися одним із генераторів посилань: <https://openscience.in.ua/references.html>, <https://www.sciencehunter.net/Services/Bibliography>.

Наприклад:

1. Danchuk, O.V. (2018). Peroksydne okysnennia lipidiv ta aktyvnist systemy antyoksydantnoho zakhystu v orhanizmi svynei z riznymy typamy vyshchoi nervovoi diialnosti [Peroxide oxidation of lipids and activation of the antioxidant defense system in the body of pigs with different types of higher nervous activity]. *Candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].

2. Klevets, M.Yu., Manko, V.V. & Halkiv, M.O. (2011). Fiziolohiia liudyny i tvaryn (fiziolohiia nervovoi, miazovoi i sensorykh system) [Human and animal physiology (physiology of nervous, muscular and sensory systems)]. Lviv: LNU imeni Ivana Franka [in Ukrainian].

3. *Транслітерація імен та прізвищ з української мови здійснюється відповідно до вимог Постанови Кабінету Міністрів України «Про впорядкування транслітерації українського алфавіту латиницею» від 27 січня 2010 р. № 55.* <http://ukrlit.org/transliteratsiia>.

4. Реферат англійською мовою має бути оформлений згідно міжнародних вимог до наукових видань і мати: обсяг 1800–2000 знаків; інформативність (не містити загальних слів); оригінальність (не бути калькою анотації українською або російською мовою); змістовність (відображати головний зміст статті та результати досліджень), структурованість (*наявність обов'язкових елементів*: мета, методика, результати, наукова новизна, практична значущість, ключові слова).

5. Обсяг статті – 10–25 сторінок.

За достовірність фактів, цитат, власних імен, географічних назв та інших відомостей відповідають автори публікації.

Відповідальність за дотримання академічної доброчесності під час здійснення освітньо-наукової діяльності несуть автори поданих наукових статей. Відповідно до статті 42 Закону України «Про освіту» (05.09.2017 № 2145-VIII) академічною доброчесністю визначається сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та / або наукових (творчих) досягнень.

Дотримання академічної доброчесності педагогічними, науково-педагогічними та науковими працівниками передбачає:

- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про методики і результати досліджень, джерела використаної інформації та власну педагогічну (науково-педагогічну, творчу) діяльність тощо.

Порушенням академічної доброчесності вважається:

- *академічний плагіат* – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та / або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства;

- *самоплагіат* – оприлюднення (частково або повністю) власних раніше опублікованих наукових результатів як нових наукових результатів;

- *фабрикація* – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі або наукових дослідженнях;

- *фальсифікація* – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються освітнього процесу чи наукових досліджень;

- *обман* – надання завідомо неправдивої інформації щодо власної освітньої (наукової, творчої) діяльності чи організації освітнього процесу; формами обману є, зокрема, академічний плагіат, самоплагіат, фабрикація, фальсифікація та списування тощо.

Рукописи, що не відповідають вимогам, редакція не реєструє й не розглядає з метою публікації.

УМОВИ ОПЛАТИ

Редакційний збір становить **60 гривень** за одну сторінку. До друку приймаються статті обсягом від 10 до 25 сторінок. Редакційний збір покриває витрати, пов'язані з редагуванням статей, макетуванням та друком журналу. Поштова пересилка журналу авторам здійснюється на вказане ним поштове відділення Нової Пошти за рахунок автора.

Редакційна колегія наукового вісника здійснює внутрішнє анонімне рецензування та перевіряє їх на плагіат. У разі вдалого проходження перевірки авторам надсилаються реквізити для оплати публікаційного внеску. В іншому випадку стаття повертається на доопрацювання.

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ СТАТТІ

УДК 378:14

1. Фізіологія та біохімія

ІМУНОЛОГІЧНИЙ ТА БІОХІМІЧНИЙ СТАТУС НА ТЛІ ФОРМУВАННЯ АДАПТАЦІЙНОГО СИНДРОМУ

Шевченко Сергій Миколайович,

кандидат біологічних наук,
доцент кафедри біології

Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя
shevchenko@gmail.com
orcid.org/_____

Анотація українською мовою.

Обсяг: 1800-2000 знаків без пробілів.

Ключові слова: 5–10 слів чи словосполучень.

IMMUNOLOGICAL AND BIOCHEMICAL STATUS ON THE BACKGROUND OF THE FORMATION OF THE ADAPTATION SYNDROME

Shevchenko Serhiy Mykolayovych

Candidate of biological Sciences,

Associate Professor at the Department of Biology

Nizhyn Mykola Gogol State University

shevchenko@gmail.com

orcid.org/_____

Анотація англійською мовою.

Обсяг: 1800-2000 знаків без пробілів.

Key words: 5–10 слів чи словосполучень.

РОЗДІЛИ СТАТТІ

Вступ. Актуальність дослідження, критичний аналіз літературних джерел за темою статті.

Формулювання мети статті.

Методи та організація дослідження. Опис схеми дослідження, методів дослідження, дотримання норм біоетики.

Результати досліджень та їх обговорення.

Висновки з дослідження та перспективи подальшого дослідження згідно матеріалу, поданому в статті.

Література

1. Мойбенко О. О., Сагач В. Ф., Ткаченко М. М. Фундаментальні механізми дії оксиду азоту на серцево-судинну систему як основи патогенетичного лікування її захворювань. *Фізіологічний журнал*. 2004. Т. 50. № 1. С. 11–30.

References

1. Moibenko, O.O., Sahach, V.F., Tkachenko, M.M. (2004). Fundamentalni mekhanizmy dii oksydu azotu na sertsevo-sudynnu systemu yak osnovy patohenetychnoho likuvannia ii zakhvoriuvan [Fundamental mechanisms of action of nitric oxide on the cardiovascular system as the basis of pathogenetic treatment and diseases]. *Fiziolohichniy zhurnal – Physiological journal*. Issue 50 (1). P. 11–30 [in Ukrainian].

ПОРЯДОК ПОДАННЯ МАТЕРІАЛІВ

Для опублікування статті у науковому журналі «Наукові записки. Біологічні науки» (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя) необхідно надіслати електронною поштою на адресу pv.naukovizapiski@gmail.com наступні матеріали:

1) довідку про автора: прізвище, ім'я, по батькові, місце роботи (для аспірантів – місце навчання), посада, науковий ступінь, вчене звання, *orcid*, *e-mail*, домашня адреса (індекс обов'язково), адреса електронної пошти, контактні телефони;

2) статтю.

У разі успішного рецензування статті необхідно надіслати відскановану електронну копію підтвердження сплати редакційного збору.

Без попередньої оплати стаття до друку не допускається.

Приклад підпису файлів: Іванченко_стаття, Іванченко_квитанція.

КОНТАКТНА ІНФОРМАЦІЯ

Кафедра біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя,
вул. Графська, 2,
м. Ніжин, Чернігівська обл., Україна, 16602

Електронна адреса: pv.naukovizapiski@gmail.com
Телефон: +38 067 266 70 99

**У РАЗІ НЕДОТРИМАННЯ АВТОРАМИ ВСІХ ВИЩЕЗАЗНАЧЕНИХ УМОВ
РЕДАКЦІЯ МАЄ ПРАВО ПОВЕРНУТИ СТАТТЮ
НА ДООПРАЦЮВАННЯ ЧИ ВІДМОВИТИ В ЇЇ ДРУКУВАННІ**