

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)

№ 1–2



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).

Верхольська 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, Словачька 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).

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.

Рекомендовано Вченою радою Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя.
Протокол № 16 від 30.06.2024 р.

НЗ4 Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя) / за заг. ред. В. І. Шейко. – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2024. – № 1–2. – 139 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 25.09.2024 р.
Гарнітура Arial
Замовлення №

Формат 60x84/8
Обл.-вид арк. 10,6
Ум. друк. арк. 16,74

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 1–2



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).

Wierzchołska 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).

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.

The Collection is approved by Scientific Board of Nizhyn Mykola Gogol State University
Record № 16 of June 30, 2024.

N34 Research Notes. Biology Research (Nizhyn Mykola Gogol State University) / ed. V. I. Sheiko. Nizhyn: Mykola Gogol NSU, 2024. № 1–2. 139 p.

Publisher's address: 3^A Vozdvizhenska 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://lkp.ndu.edu.ua/index.php/bn>

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

Signed to print 25.09.2024 p.
Typeface Arial
Order №

Format 60x84/8
publisher's signature 10,6
press sheet 16,74

offset paper
print run 100

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

Mykola Gogol NSU, Nizhyn, 3^A Vozdvizhenska 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, № 1–2, 2024 рік

ЗМІСТ

БОТАНІКА

- Біляєський С. М., Журавель Н. М.* Структурний аналіз урбанofлори Білої Церкви та її околиць 7
- Тарабун М. О.* Еколого-географічні аспекти оцінки перспективності інтродукції *Picea Glauca* (Moench) Voss. у дендрологічний парк «Тростянець» НАН України..... 19

ЗООЛОГІЯ

- Кузьменко Л. П.* Орнітофауна Графського парку міста Ніжина (Чернігівська область, Україна). 30

БІОХІМІЯ

- Іваницька Ю. А.* Використання методу лейкоцитарних гістограм для аналізу гематологічних маркерів крові людини при COVID-19..... 42
- Карнаушенко Д. П., Вакал Ю. С.* Зміна гематологічних показників крові під впливом техногенного забруднення (огляд проблеми)..... 52

НОРМАЛЬНА І ПАТОЛОГІЧНА АНАТОМІЯ ТА
ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН

- Василега П. А., Назарук В. М.* Аналіз показників функціонування серцево-судинної системи у дітей 6–10 років 65
- Долженко Ю. В.* Антропологічна структура українців Чернігово-Сіверщини XVII–XIX ст. (чоловіки) 71
- Коваленко С. О., Циганник Р. А.* Варіабельність серцевого ритму при градуїзованій пасивній ортопробі у чоловіків 86
- Комісова Т. Є., Мамотенко А. В., Коваленко Л. П., Федяй І. О., Осинський М. І.* Комплексне дослідження психофізіологічних показників учасників освітнього процесу в умовах воєнного стану 94
- Сутормін Д. О., Казначеев Д. А.* Мікрокристалізація слини у людей, що страждають на вроджені патології зору..... 103
- Шейко В. І., Кучменко О. Б., Мхітарян Л. С., Гавій В. М.* Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на показники гуморальної ланки системного імунітету організму людини..... 113
- Шейко В. І., Кучменко О. Б., Мхітарян Л. С., Гавій В. М.* Огляд порівнянь ефективності 2D та 3D цефалогам для вимірювання черепа людини..... 124

CONTENTS

BOTANY

Bilyavskiy S., Zhuravel N. Structural analysis of the urban flora of the Bila Tserkva and its environs	7
Tarabun M. Ecological and geographical aspects of the prospective assessment of the <i>Picea Glauca</i> (Moench) Voss. to the dendrology park "Trostyanets" of the NAS of Ukraine	19

ZOOLOGY

Kuzmenko L. Avifauna of the grafsky park of Nizhyn town (Chernihiv region, Ukraine)	30
--------------------------------------------------------------------------------------------------	----

BIOCHEMISTRY

Ivanytska Yu. Use of the leukocyte histogram methods for the analysis of hematological markers of human blood with COVID-19	42
Karnaushenko D., Vakal Y. Change of hematological indicators of blood under the influence of technological pollution (overview of the problem)	52

**NORMAL AND PATHOLOGICAL ANATOMY,
PHYSIOLOGY OF HUMANS AND ANIMALS**

Vasilega P., Nazaruk V. Analysis of indicators of cardiovascular system functioning in children 6–10 years old	65
Dolzhenko Y. Anthropological structure of the male population of Chernihiv-Siveria land of the 17 th –19 th centuries	71
Kovalenko S., Tsyhannyk R. Heart rate variability during graded passive orthotest in men	86
Komisova T., Mamotenko A., Kovalenko L., Fediai I., Osynskiy M. Comprehensive study of psychophysiological indicators of educational process participants under martial law conditions	94
Sutormin D., Kaznacheiev D. Microcrystalization of saliva in people suffering from congenital vision pathology	103
Sheiko V., Kuchmenko O., Mkhitaryan L., Havii V. The term influence of geochronoclimatic factors on the indicators of the humoral link of the sesemic immunity of human organism	113
Sheiko V., Kuchmenko O., Mkhitaryan L., Havii V. Review of comparisons of 2d and 3d cephalograms effectiveness for human skull measurements	124

БОТАНІКА

УДК 581.9+911.375.1(477.41)(043.3)
DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-7-18

Білявський С. М.

кандидат біологічних наук, старший викладач ЗВО
кафедри медичної біохімії та молекулярної біології,
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця
sm.bilyavskiy@gmail.com
orcid.org/0000-0002-3072-4152

Журавель Н. М.

кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри біології,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
nm.zhuravel@gmail.com
orcid.org/0000-0002-8130-8116

**СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ УРБАНОФЛОРИ
БІЛОЇ ЦЕРКВИ ТА ЇЇ ОКОЛИЦЬ**

Стаття висвітлює актуальні дослідження флори міста Біла Церква та його околиць. В результаті проведеного комплексного аналізу встановлено видовий склад та складено анотований конспект урбанофлори Білої Церкви та її околиць; проведено структурний (систематичний, географічний, біоморфологічний, екологічний, флороекотологічний) та фракційний аналізи дослідженої урбанофлори; оцінено антропогенну трансформацію міської флори; досліджено поширення деяких інвазійних карантинних видів на території міста Біла Церква. Встановлено, що видовий склад урбанофлори Білої Церкви нараховує 994 види судинних рослин з 520 родів та 109 родин і репрезентує лише 58,4% флори Київщини (1703 види за Собко, 2004) та 49,5% видового різноманіття Середнього Подніпров'я. Вперше для дослідженої території наводиться місцезростання трьох видів судинних рослин (*Elymus capinus* (L.) L., *Irotomea tricolor* Cav., *Lunaria annua* L.). Результати здійсненого порівняльного аналізу урбанофлори Білої Церкви та досліджених раніше міст України, вказують на значно вищі показники флористичного багатства порівняно з урбанофлорами районних центрів Східної частини Малеого Полісся (Острог, Нетішин, Славута, Шепетівка) та дещо нижчі від таких в урбанофлорах деяких обласних центрів (Кропивницький, Чернігів, Харків). Тому, за видовим складом досліджена урбанофлора знаходиться ближче до великих міст, що пояснюється високим розвитком промисловості, транспортної інфраструктури, розвитком зеленого будівництва в регіоні. Результати систематичного аналізу вказують на те, що в досліджуваній флорі більшість родин, родів і видів належать до відділу Magnoliophyta, серед яких переважають Rosopsida. Аналіз флористичного спектру показав, що провідними за кількістю видів є 10 родин (566 видів, 56,9%): Asteraceae (106), Poaceae (98), Brassicaceae (59), Fabaceae (56), Rosaceae (51), Lamiaceae (49), Cyperaceae (40), Ranunculaceae (38), Caryophyllaceae (36), Apiaceae (33). Встановлений спектр перших 10 провідних родин урбанофлори Білої Церкви та її околиць загалом характерний для флор Голарктики. Спектр родів флори досліджуваного міста

представлений 520 родами, причому 34 провідних роди охоплюють 26 % всієї флори (258 видів).

Ключові слова: місто, Біла Церква, околиці, урбанofлора, структурний аналіз.

Вступ. Дослідження урбанofлор в Україні розпочалися наприкінці ХХ ст. в основному в межах лісостепової та степової зон і охоплюють переважно великі міста такі як Херсон, Миколаїв, Кіровоград (нині Кропивницький) Чернігів, Харків тощо. На Київщині, окрім Переяслав-Хмельницького, спеціальні дослідження флори міст не проводилися. Дані щодо флори найбільшого міста Київської області – Білої Церкви до тепер були лише фрагментарними тощо. Біла Церква та її околиці знаходяться на південному заході Київської області [1]. Детальних фізико-географічних досліджень території міста та району, в межах якого воно знаходиться, не проводились або є лише деякі фрагментарні описи окремих ділянок. Тому нами здійснено спробу провести комплексний аналіз літературних джерел та здійснена характеристика фізико-географічних умов території міста та його околиць [1,2].

Оскільки окремого опису рослинного покриву Білоцерківщини немає, ми використали матеріали з опису рослинного світу всієї Київської області [8-10]. За даними В.Г. Собка [9, 10], флора судинних рослин Київщини нараховує 126 родин і 1703 види, переважна більшість яких за системою А.Л. Тахтаджяна належать до відділу *Magnoliophyta*. Провідне місце у флорі належить родинам *Asteraceae* – 209 видів, *Poaceae* – 140, *Brassicaceae* – 69, *Lamiaceae* – 66, *Scrophulariaceae* – 61, *Ranunculaceae* – 51.

У формуванні флори та рослинності досліджуваного регіону беруть участь мультирегіональні, голарктичні, палеарктичні, неморальні, бореальні, степові та середземноморські види. Основне ядро флори Київської області складають неморальні види, що приурочені до широколистих лісів або самі утворюють ці ліси. Характерною рисою провінції є широколисті ліси – дїброви, судїброви, груди, сугрудки, частково субори. Хоча бореальних видів небагато (всього 34), проте вони відіграють досить важливу роль у формуванні борів та суборів. Це переважно вічнозелені куці чи куцики або зимовозелені багаторічники. Середземноморські види у флорі Київщини є адвентивними рослинами і представлені переважно однорічниками. Поселяються вони на порушених ґрунтах, пісках, засмічених місцях, вздовж залізничних колій та на узбіччях автошляхів. Кількість видів деревних рослин незначна, проте вони домінують у рослинному покриві області, формуючи широколистяні, мішані та хвойні ліси. До складу лісів входить чимало видів куців, які проте рідко самотійно утворюють чагарникові зарості. Трав'янисті багаторічники беруть участь в утворенні як лісових, так і лучних та степових угруповань. Значну кількість однорічників і дворічників вирощують на полях та городах [6, 7].

На жаль, обмежений обсяг статті не дозволяє нам повною мірою висвітлити історію флористичних досліджень Білоцерківщини та м. Біла Церква з його околицями, це може бути темою окремої публікації.

Мета. Здійснення структурного аналізу урбанofлори Білої Церкви та її околиць на основі проведеного комплексного дослідження сучасного стану флори міста, динаміки її змін, ступеню антропоїчної трансформації і тенденцій подальшого її розвитку. Дослідження проводилось впродовж 2010–2023 рр. на кафедрі ботаніки (з 2016 р. – біології) Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (нині – Український державний університет імені Михайла Драгоманова). Державний реєстраційний номер НДР 0118U100195 «Урбанofлора Білої Церкви та її околиць» [1, 2].

Методи та організація дослідження. Комплексне дослідження урбанofлори Білої Церкви та її околиць проведено упродовж 2010–2023 рр. Об'єкт дослідження обмежувався адміністративними межами м. Біла Церква. В основу покладено оригінальні дані експедиційних досліджень, доповнені критичним аналізом літературних

даних, матеріалів гербарних колекцій, адміністративних та історичних карт, картосхем тощо. Були охоплені всі типи міських екотопів з різним ступенем антропогенного навантаження. В ході дослідження урбанофлори, проведеного під час 30 експедиційних виїздів, було зібрано близько 1500 гербарних зразків [1–2, 3–5].

Вивчення видів здійснювалося за допомогою загальноприйнятого маршрутно-експедиційного методу безпосередньо у природі з наступною камеральною обробкою зібраного матеріалу з застосуванням математичної обробки параметрів і характеристик, виконаних за загальноприйнятими методиками [1,2]. Також критично опрацьовано матеріали Гербаріїв Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (KW), Державного дендропарку "Олександрія" НАН України (ВСК*), Білоцерківського краєзнавчого музею, що стосувалися флори даного міста [1].

Під час флористичних досліджень використано класичний порівняльний морфолого-географічний метод, що містить ідентифікацію видів судинних рослин за морфологічними ознаками, аналіз їхнього географічного поширення та еколого-ценотичної приуроченості. Для флористичних досліджень використано понятійно-термінологічний апарат, узагальнений у спеціальних працях Б.А. Юрцева та Р.В. Камеліна, при фракційному аналізі – J. Komras та B. Sudnik-Wojcikowska. Аналіз систематичної структури урбанофлори проведено за О.І. Толмачовим. Географічний аналіз урбанофлори та розподіл видів за хорологічними групами проводили на основі флористичного районування Землі А.Л. Тахтаджяна та доповненнями. Біоморфологічну структуру урбанофлори визначали за В.М. Голубєвим, І.Г. Серебряковим та С. Raunkiaer. Аналіз екологічної структури урбанофлори проведено із застосуванням екологічних шкал. Еколого-ценотичну структуру визначали за системою ценоморф О.Л. Бельгарда, зазначену Я.П. Дідухом, П.Г. Плютою. Латинські назви видів рослин наведено відповідно «Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist» (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999) із врахуванням сучасних уточнених номенклатурних даних [1,2].

Результати досліджень та їх обговорення. Анований список урбанофлори м. Біла Церква та його околиць нами складений за системою А.Л. Тахтаджяна (1987, 1997, 2009) з врахуванням пропозицій С.Л. Мосякіна і нараховує 994 види судинних рослин з 520 родів і 109 родин, що належать до 4 відділів. Здійснено порівняльний аналіз урбанофлори Білої Церкви та досліджених міст України, що були досліджені раніше (табл. 1) [1].

Таблиця 1

Порівняння систематичних спектрів урбанофлор низки міст України

Назва міста, джерело	Систематичні категорії			
	Загальна к-ть видів	к-ть відділів	к-ть родин	к-ть родів
Херсон (Мойсієнко, 1999)	964	4	105	442
Миколаїв (Мельник, 2001)	909	4	100	441
Острог (Губарь, 2006)	540	5	89	323
Нетішин (Губарь, 2006)	719	5	102	391
Славута (Губарь, 2006)	570	5	91	331
Шепетівка (Губарь, 2006)	550	5	92	328
Кропивницький (Аркушина, 2007)	1165	4	121	524
Чернігів (Зав'ялова, 2012)	1050	5	115	470
Харків (Звягінцева, 2015)	1094	5	116	512
Дніпро (Кармизова, 2019)	932	4	105	445
Біла Церква (Білявський, 2021)	994	4	109	520

Наведені результати свідчать про значне родове та видове багатство урбанofлори Білої Церкви в порівнянні з урбанofлорами інших міст, а також значно вищі показники флористичного багатства в порівнянні з урбанofлорами районних центрів Східної частини Малеого Полісся (Острого, Нетішин, Славути, Шепетівка) та дещо нижчі від таких в урбанofлорах деяких обласних центрів (Кропивницький, Чернігів, Харків) [1,2]. Отже, за видовим складом досліджена урбанofлора знаходиться ближче до великих міст, що пояснюється високим розвитком промисловості, транспортної інфраструктури, розвитком зеленого будівництва в регіоні.

Територіально досліджена урбанofлора є складовою частиною регіональних флор Київської області, Середнього Подніпров'я та флори Київського плато. Встановлено, що урбанofлора Білої Церкви, що представлена 994 видами рослин, репрезентує лише 58,4% флори Київщини (1703 види за Собко, 2004) та 49,5% видового різноманіття Середнього Подніпров'я (2009 видів за Чопик та ін., 1998). Флора ж Київського плато, що представлена 1222 видами (Фіцайло, 2000), найповніше репрезентована своїм видовим багатством в урбанofлорі Білої Церкви – 81,3% [1,2].

Необхідно відзначити, що всі індигенні види досліджуваної території ми розглядаємо у складі автохтонної фракції урбанofлори, всі інші не аборигенні види, які спонтанно занесені на досліджувану територію, ми відносимо до адвентивної фракції.

Порівнюючи опубліковані результати флористичних досліджень М.К. Гродзінського з нашими сучасними, можна констатувати дещо подібні кількісні показники видового багатства, але не якісні. Причиною цього є те, що не всі види, які були зафіксовані Гродзінським, на даний час поширені на досліджуваній території, оскільки з часом одні види зникли, а інші, нові, поширились. Тому це важливе питання потребує більш глибокого та детального вивчення в подальшій науковій діяльності.

Щодо результатів сучасних досліджень, то нами для урбанofлори вперше наводиться 3 види (*Elymus caninus* (L.) L. (*Agropyron caninum* (L.) P.B.), *Ipomoea tricolor* Cav. та *Lunaria annua* L.

Найважливішим якісним показником флори, зокрема і урбанofлори, вважається її систематична структура, яка за відділами виглядає так (представлені чисельно родини, роди і види): *Equisetophyta* – 1 родина, 1 рід, 7 видів; *Polypodiophyta* – 7 родин, 7 родів, 10 видів; *Pinophyta* – 1 родина, 2 роди, 2 види; *Magnoliophyta* – 100 родин, 510 родів, 975 видів, з яких: *Magnoliopsida* – 2 родини, 4 роди, 5 видів, *Liliopsida* – 22 родини, 101 рід, 207 видів і *Rosopsida* – 76 родин, 405 родів, 763 види [1, 2].

Таким чином, у досліджуваній флорі більшість родин, родів і видів належать до відділу *Magnoliophyta*, серед яких переважають *Rosopsida*. Співвідношення видів у класах *Magnoliopsida*, *Liliopsida*, *Rosopsida* складає відповідно 1: 41,4: 152,6. У флорі міста середнє число видів однієї родини складає 9,1, а число видів одного роду – 1,9 [1, 2].

Встановлений спектр перших 10 провідних родин урбанofлори Білої Церкви та її околиць загалом характерний для флор Голарктики. Аналіз флористичного спектру показав, що провідними за кількістю видів є 10 родин (566 видів, 56,9%): *Asteraceae* (106), *Poaceae* (98), *Brassicaceae* (59), *Fabaceae* (56), *Rosaceae* (51), *Lamiaceae* (49), *Cyperaceae* (40), *Ranunculaceae* (38), *Caryophyllaceae* (36), *Apiaceae* (33).

Загалом 39 найбільших за кількістю видів родин охоплюють 84% (835 видів) всього видового багатства урбанofлори (понад 6 видів), і лише 25 родин представлені одним родом та одним видом. Таким чином, число родин, що відіграють провідну роль у видовому багатстві є незначним, кількісно ж переважають родини, в яких налічується небагато видів (1-5) [1,2].

Загальний огляд і порівняння з флорами інших антропоічно трансформованих територій найбільш багатих у видовому відношенні родів конкретної флори досліджуваного міста певною мірою висвітлює рівень і характер особливостей трансформування флори, що досліджувалася.

Урбанофлора Білої Церкви та її околиць представлена 520 родами, причому 34 провідних роди "охоплюють" 26% всієї флори (258 видів). Провідними родами за кількістю видів є *Carex* (30), *Vicia* (11), *Trifolium* (10), *Poa*, *Ranunculus*, *Veronica*, (всі по 9 видів), *Campanula*, *Populus*, *Viola*, *Geranium*, *Lathyrus* (всі по 8 видів), *Allium*, *Artemisia*, *Chenopodium*, *Rumex*, *Euphorbia*, *Festuca*, *Potentilla*, *Equisetum*, *Galium* (всі по 7 видів) тощо.

Таким чином, спектр родів флори досліджуваного міста суттєво не відрізняється від такого інших антропогенно трансформованих флор, за винятком роду *Carex*, положення якого пов'язане з екологічними особливостями ряду екоотопів дослідженої урбанофлори та не відповідає зональним особливостям [1,2].

Географічний аналіз урбанофлори Білої Церкви та її околиць здійснений нами на основі розподілу видів дослідженої урбанофлори за географічними елементами за зональними та регіональними типами ареалів. Види урбанофлори нами розподілені по 18 зональним типам ареалів, відповідно об'єднані у 6 географічних елементів (або груп типів ареалів), кожен з яких включає види з найбільш близькими ареалами. Відповідно, в урбанофлорі міста Біла Церква найбільшою кількістю видів представлені темпоратний (або неморальний) (448 видів або 45,1%) та бореальний (364 види або 36,6%) географічні елементи, дещо менше плюризональний, до якого належить 113 видів (або 11,4%).

Серед видів урбанофлори найбільше представників з темпоратно-субмеридіональним (252 види), темпоратно-меридіональним (144 види), бореально-субмеридіональним (162 види), бореально-меридіональним (110 видів) та плюризональним (113 видів) типом ареалу. Найменша кількість видів належить до меридіонального (3 види – *Allium cepa*, *Allium sativum*, *Phalaris canariensis*), субмеридіонального (2 види – *Alyssum hirsutum*, *Physalis ixocarpa*), субмеридіонально-тропічного (1 вид – *Nicandra physalodes*), темпоратно-субтемператного (1 вид – *Crataegus sanguinea*) та бореального (1 вид – *Sisymbrium officinale*) типів ареалів.

Результати проведеного географічного аналізу за зональними типами ареалів видів, що поширені на території міста та його околиць, дають підстави стверджувати, що досліджувана урбанофлора має бореально- неморальний зональний характер, оскільки основну частину її видової різноманітності складають види саме цих груп. Особливістю урбанофлори є наявність у її складі 11,4% плюризональних видів [1,2].

Види урбанофлори нами також розподілені за 73 регіональними типами ареалів, відповідно об'єднані у 11 географічних елементів (або груп типів ареалів). Відповідно до результатів проведеного географічного аналізу урбанофлори за регіональними типами ареалів, до плюрирегіонального геоелементу, що нараховує 111 видів (11,2%), включені космополітні види, що розповсюдилися на більшій частині континентів, особливо у випадках, коли складно визначити первинний ареал.

До голарктичного географічного елементу (143 види, або 14,4%) віднесені види, ареали яких знаходяться в межах Голарктичного флористичного царства, а до палеарктичного геоелементу (102 види або 10,3%) – види, ареали яких обмежені євразійською частиною Голарктики. Види, ареали яких знаходяться як в межах Середземномор'я, так і за його межами, включені до середземноморського географічного елементу (58 видів, або 5,8%).

До євразійського та азійського геоелементів віднесені види, ареали яких переважно розташовуються на території Євразії або лише в азійській його частині. Вони нараховують 133 (13,4%) та 18 (1,9%) видів відповідно. До американського геоелементу, що нараховує 34 види (3,4%), віднесені види, ареали яких знаходяться в Північній, Центральній та Південній Америці, але поширені в нашому регіоні переважно внаслідок їх інтродукції. До європейського геоелементу, що закономірно є найбільшим за кількістю видів і нараховує 388 видів (38,9%), віднесені види, ареали яких переважно розташовані в помірній зоні Європи або частково виходять за її межі. У складі цього географічного елементу для повнішого дослідження вузькоареальних

видів виділені значно менші територіально геоелементи, що відповідають нечисленним і невеликим за площею ареалам видів, поширених відповідно на територіях Західної, Центральної, Південної і Східної Європи та суміжних територій тощо.

Найменш представленими геоелементами (нараховує всього 3 види, 0,3%) є африканський, що об'єднує види як африканського континенту так і види, ареали яких знаходяться і на суміжних з ним територіях та гібридогенний, що представлений адвентивними видами гібридогенного походження. Крім того, в урбанофлорі є 1 вид з австралійсько-американським ареалом, виділений в окрему австралійську групу географічних елементів.

Результати проведеного географічного аналізу за регіональними типами ареалів видів, що поширені на території міста та його околиць, вказують на те, що основою урбанофлори є аборигенні види з європейського та євразійського геоелементів та доповнюється аборигенними голарктичними і палеарктичними видами рослин. Це дає підстави стверджувати, що досліджувана урбанофлора має євразійський регіональний характер та представляється цілком характерною для відповідних флор Палеарктики, оскільки ядро її видової різноманітності складають види Євразійського континенту. Крім того, особливістю урбанофлори є наявність у її складі 11,2% плюрирегіональних видів рослин та приблизно стільки ж видів з інших континентів [1,2].

Значна участь у флорі плюрирегіональних і особливо адвентивних видів свідчить про значні процеси антропоїчної трансформації, якій піддається досліджувана урбанофлора.

В результаті аналізу життєвих форм видів досліджуваної флори за біологічними типами К. Раункієра (клімаморфами) встановлено переважання гемікриптофітів – 516 видів (або 51,9% від загального числа видів) та терофітів – 236 видів або 23,7% (рис. 1) [1,2].

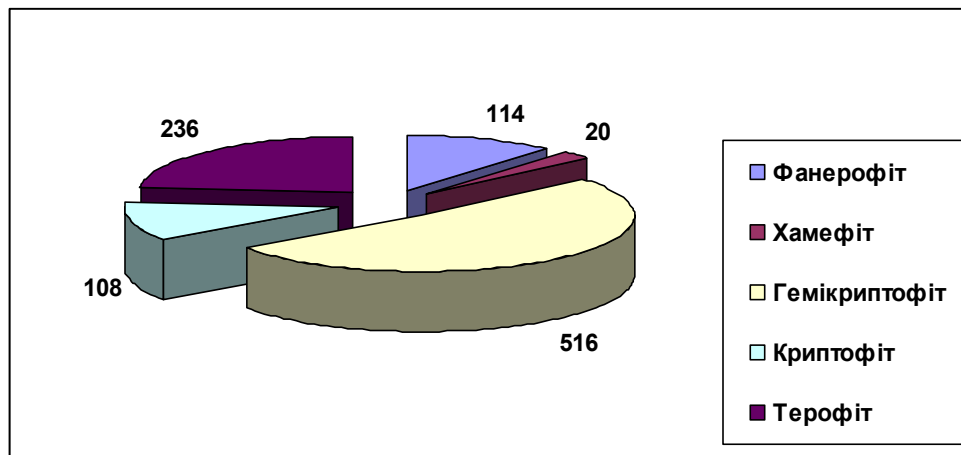


Рис. 1. Спектр клімаморф урбанофлори Білої Церкви

Криптофітів нараховується 108 видів або 10,9%, з яких переважна більшість – геофіти (91 вид або 9,2% від загального числа видів), гідрофітів – 15 видів (1,5%) і до гелофітів належить всього 1 аборигенний вид (*Hydrocharis morsus-ranae*). Хамефіти представлені 20 видами (2,0%), а фанерофіти – 114 видами (11,5%) (рис. 1) [1, 2].

Встановлено, що у структурі життєвих форм за І.Г. Серебряковим (біоморфи) у дослідженій урбанофлорі переважають трав'янисті полікарпіки – 538 видів (54,1% від загального числа видів флори). На другому місці за чисельністю є трав'янисті монокарпіки – 329 видів (або 33,1%). Мінімальним в урбанофлорі є число напівкущів – 17 видів (1,8%) та напівкущів (1 адвентивний вид (*Hyssopus officinalis*)).

За періодом вегетації у досліджуваній флорі переважають багаторічники – 650 видів (65,4%). Однорічники представлені значно меншою кількістю видів (211, або 21,2%). Участь одно-, дворічних видів рослин у флорі незначна – 133 види (13,4%).

Крім того, у складі досліджуваної флори незначною кількістю видів також представлені і групи ефемерів та ефемероїдів – по 52 (5,2%) види відповідно (рис. 2) [1,2].

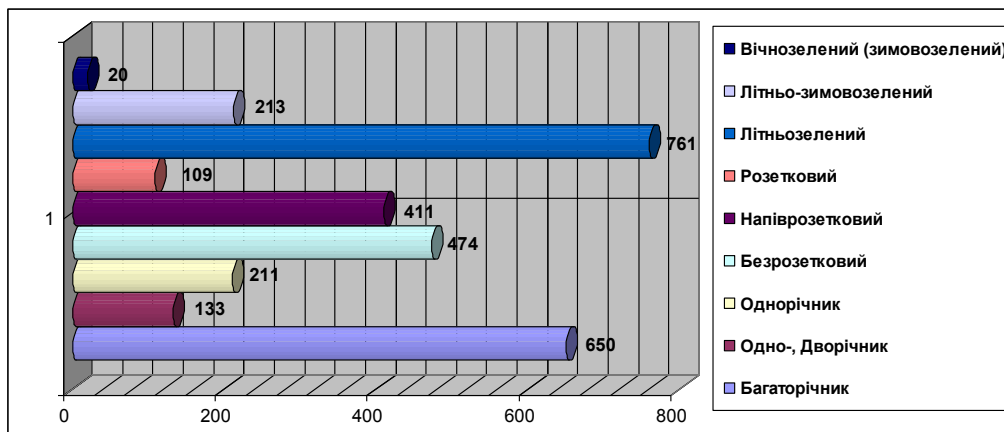


Рис. 2. Структура життєвих форм урбанофлори за типом надземних пагонів та періодом вегетації

Переважає більшість видів дослідженої флори належить до безрозеткових рослин – 474 види (47,7%). Напіврозеткові рослини становлять 41,4% від загального числа видів (411 видів), а розеткових рослин найменше – 109 видів (10,9%) (рис. 4.4.2). За типом вегетації у досліджуваній флорі переважають літньо-зелені рослини – 761 вид (76,6%). Літньо-зимовозелені рослини представлені значно меншою кількістю видів (213, або 21,4%). Участь вічнозелених видів у флорі незначна – 20 видів (2,0%) (рис. 2) [1,2].

Для урбанофлори Білої Церкви та її околиць характерним є переважання літньо-зелених безрозеткових багаторічників, що зумовлено подовженим зимовим періодом, а також незначною роллю ефемерів та ефемероїдів.

Результати аналізу особливостей структури кореневої системи та підземних пагонів в масштабах флори, що відображають характер субстрату і певною мірою його гідрофітні властивості, вказують на явне переважання в урбанофлорі безкореневищних видів (560 або 56,3%). Кореневищні види рослин становлять 42,7% (424 види), що вказує на домінування мезофітних місцезростань [1,2]. Переважає більшість з них – це короткокореневищні (239 видів, 24,0%) та довгокореневищні види (142 види, 14,3%). Цибулинних рослин – 24 види (2,4%), бульбокореневищних рослин – 18 видів (1,9%), бульбоцибулинних – 1 вид (*Gladiolus imbricatus*). Крім того, в урбанофлорі є 10 безкореневих видів, що становить 1,0% від загальної кількості видів.

Результати біоморфологічного аналізу досліджуваної урбанофлори вказують на значне переважання трав'янистих літньо-зелених багаторічних рослин зі стрижневим типом кореневої системи.

Аналіз екологічної та еколого-ценотичної структури урбанофлори встановив, що екологічний спектр видів рослин за відношенням до світлового режиму включає такі геліоморфи: геліофіти (є найчисленнішою групою – 483 види або 48,6%), сціогеліофіти та геліосціофіти, що нараховують 359 (36,1%) та 101 (10,2%) видів відповідно (рис. 3) [1, 2].

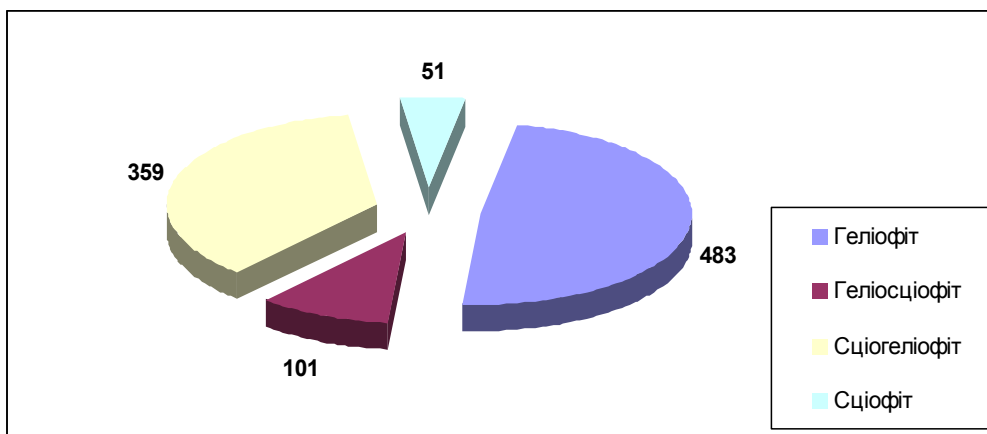


Рис. 3. Екологічний спектр геліоморф урбанофлори Білої Церкви та її околиць

Найменше видів серед геліоморф припадає на сціофіти (51 вид, 5,1%), що зумовлене значними відкритими просторами міських екотопів (рис. 3) [1,2].

Як видно з рис. 4, найчисленнішими в урбанофлорі, що досліджувалася, є наступні гідроморфи: мезофіти (405 видів, або 40,7% від загального числа видів флори), ксеромезофіти (283 види, 28,5%) та мезоксерофіти (81 вид, 8,2%). Достатньо численними є групи гігомезофітів (76 видів, 7,7%), мезогідрофітів (59 видів, 5,9%) і гідрофітів (48 видів, 4,8%), що зумовлене, зокрема, значним поширенням в міській флорі прибережно-водних екотопів. Найменше видів належить до гідрофітів (13 видів, 1,3%), та близькоспоріднених гідроморф (13 видів, 1,3%). В урбанофлорі міста зустрічається лише 16 ксерофітів, що становить 1,6 % (рис. 4.) [1,2].

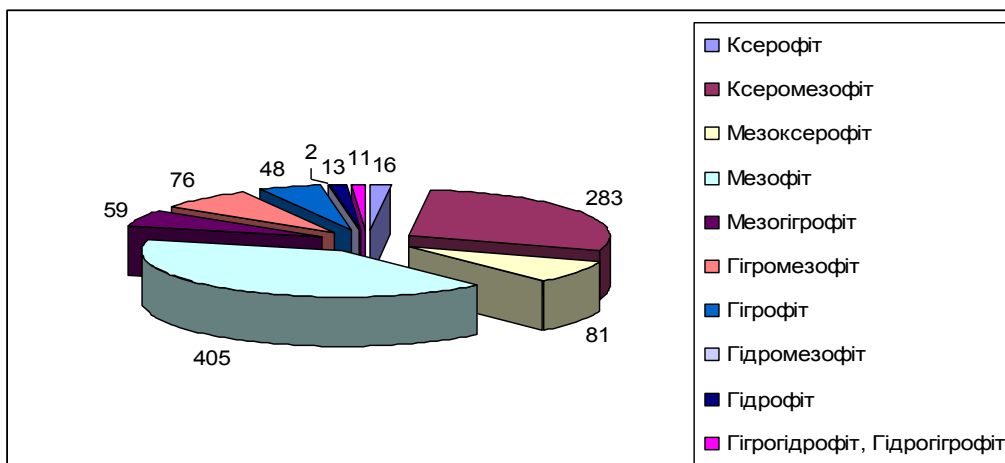


Рис. 4. Екологічний спектр гідроморф дослідженої урбанофлори

Відносно родючості ґрунту (едафоморфи) екологічний спектр видів дослідженої флори має таку структуру (рис. 5):

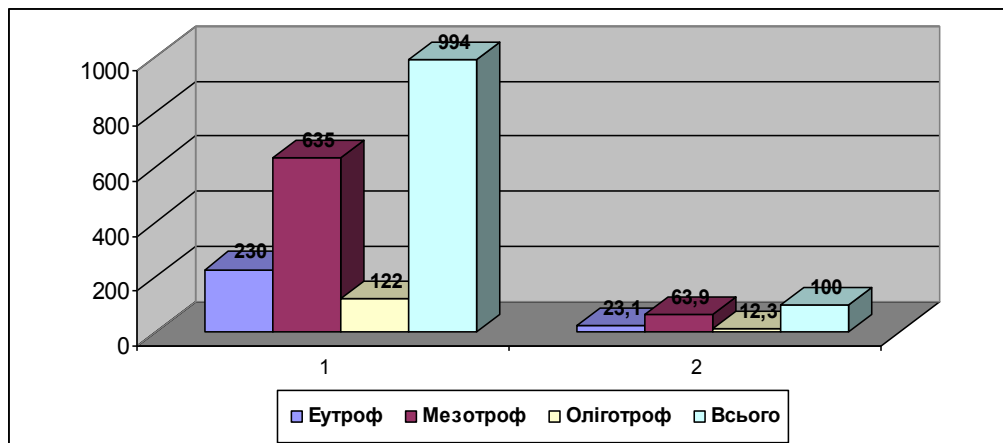


Рис. 5. Екологічний спектр едафоморф дослідженої урбанофлори

За рис. 5, найчисленнішою в урбанофлорі, що досліджувалася, є мезотрофи (635 видів, 63,9%). Значно менше в урбанофлорі еутрофів (230 видів, 23,1%) та оліготрофів (122 вид, 12,3%).

Отже, за результатами проведеного екологічного аналізу встановлено, що найчисленнішими в урбанофлорі Білої Церкви та її околиць екоморфами є: мезофіти (40,7%) та ксеромезофіти (28,5%); геліофіти (48,6%) і сціогеліофіти (36,1%), а також мезотрофи (63,9%). Така екологічна структура урбанофлори підтверджує її лісостеповий зональний характер [1,2].

Результати еколого-ценотичного аналізу урбанофлори Білої Церкви та її околиць, що проводився за системою ценоморф О.Л. Бельгарда (1950), показали, що провідні місця у дослідженій флорі належать пратантам (407 видів, або 41,0% від загального числа видів), маргантам (267 видів, 26,9%), сільвантам (263 види, 26,5%), степантам (123 види, 12,4%) та ріпаріоаквантам (106 видів, 10,7%) (табл. 2) [1,2].

Таблиця 2

Аналіз ценоморфної структури дослідженої урбанофлори

Ценоморфи	Загальне число видів	% видів	Рейтинг
Сільванти	263	26,5	3
Марганти	267	26,9	2
Пратанти	407	41,0	1
Палюданти	85	8,6	
Ріпаріоакванти	106	10,7	5
Акванти	15	1,5	
Степанти	123	12,4	4
Псамофанти	50	5,0	
Петрофанти	17	1,7	
Синантропанти	480	48,3	

Примітка: % кожної ценоморфи вираховувався як частка від загальної кількості видів, оскільки деякі види одночасно можуть належати до кількох ценоморф

Нечисельними, як видно з табл. 2, є палюданти (85 видів, 8,6%) та псамофанти (50 видів, 5,0%). Найменша кількість видів належить до аквантів (15 видів, 1,5%) та петрофантів (17 видів, 1,7%). Щодо видів порушених урбанізованих місцезростань – синантропантів, то їх в урбанофлорі майже половина (480 видів, 48,3%) [1, 2].

Отже, результати проведеного еколого-ценотичного аналізу вказують на приблизно однакове співвідношення в урбанофлорі Білої Церкви пратантів (41,0%) та степантів (12,4%) з маргантами (26,9%) та сільвантами (26,5%), що підтверджує лісостеповий зональний характер урбанофлори. Крім того, значна частка ріпаріоаквантів (10,7%), що приурочені до водно-прибережних екотопів, вказує на їх значну роль в урбанофлорі міста, що є типовим явищем, характерним для більшості міст України, оскільки через їх територію протікають річки або на їхній території розміщені озера та ставки [1].

Висновки. Представлені результати комплексного структурного (систематичний, географічний, біоморфологічний, екологічний, еколого-ценотичний) аналізу дослідженої урбанофлори, оцінено ступінь її антропоїчної трансформації. В принципі, конкретні висновки наведено безпосередньо у результатах досліджень та їх обговоренні, тому, щоб не повторюватись, підсумуємо зроблене: встановлено видовий склад урбанофлори Білої Церкви; за систематичною, екологічною та еколого-ценотичною структурами досліджена урбанофлора загалом подібна до регіональних флор лісостепової зони України; за зональною географічною структурою досліджена урбанофлора виявляє неморально-бореальний характер, а результати регіонального географічного аналізу вказують на євразійський регіональний характер урбанофлори та представляється цілком характерною для відповідних флор Палеарктики; спектр життєвих форм і біоморфологічна структура є характерною для урбанофлор та регіональної флори в цілому та підтверджує зональні риси флори міста; результати екологічного аналізу урбанофлори мають особливості, характерні лісостеповій зоні України; досліджена урбанофлора має чітко виражений мезофільний характер; еколого-ценотична структура урбанофлори підтверджує її неморально-бореальний характер та вказує на типові ознаки флори лісостепової зони та має типові риси, властиві флорам малих і середніх міст України та значний ступінь трансформації [1,2].

У Білій Церкві спостерігається значна трансформованість території та антропоїчний тиск на природу, переважання в урбанофлорі процесу антропофітизації над процесом апофітизації, значна інтенсивність процесів кенофітизації і модернізації [1]. Ступінь трансформації урбанофлори Білої Церкви в подальшому залежить від інтенсивності та характеру соціально-економічного розвитку міста.

Література

1. Білявський С.М. Урбанофлора Білої Церкви та її околиць: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.05. Київ, 2021. 27 с.
2. Білявський С.М. Урбанофлора Білої Церкви та її околиць: дис. ... канд. біол. наук: 03.00.05. Київ, 2021. 366 с.
3. Білявський С.М. Урбанофлористичні дослідження Білої Церкви (Київська область). Актуальні проблеми ботаніки та екології. Матеріали міжнародної конференції молодих учених (Харків, 6-9 вересня, 2019р.), 2019. С. 30.
4. Білявський С.М., Журавель Н.М. Еколого-ценотичний аналіз урбанофлори м. Біла Церква Київської області. Біологічні дослідження – 2017: збірник наукових праць VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, 14-16 березня 2017 року. Житомир, 2017. С. 20–22.
5. Білявський С.М., Морозюк С.С. Урбанофлора м. Біла Церква Київської області (систематичний та біоморфологічний аналіз). Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. 2017. № 1 (68). С. 35-40.
6. Доброчаева Д. Н. et al. Определитель высших растений Украины. 2 изд. Київ: Фитосоциоцентр, 1999. 548 с.
7. Доброчаева Д.Н. et al. Определитель высших растений Украины. 1 изд. Київ: Наукова думка, 1987. 548 с.
8. Природа Київської області., відп. ред. О.М. Маринич. Київ: Видавництво Київського університету, 1972. 235 с.

9. Собко В. Г., Мордатенко Л. П. Визначник рослин Київської області. Київ: Фітосоціоцентр, 2004. 374 с.
10. Собко В. Г., Мортаденко Л. П. Визначник рослин Київської області. Київ: Фітосоціоцентр, 2009. 374 с.

References

1. Biliavskiy S. M., Moroziuk S. S. (2017). Urbanoflora m. Bila Tserkva Kyivskoi oblasti (systematychnyi ta biomorfologichnyi analiz). [Urban flora of Bila Tserkva town, Kyiv region (systematic and biomorphological analysis)]. Candidate's article. Ternopil. [in Ukrainian].
2. Biliavskiy S. M. (2021). Urbanoflora Biloi Tserkvy ta yii okolyts [Urban flora of Bila Tserkva town and its suburbs]: avtoref. dys. ... kand. biol. nauk : 03.00.05. Kyiv. [in Ukrainian].
3. Biliavskiy S. M. (2021). Urbanoflora Biloi Tserkvy ta yii okolyts [Urban flora of Bila Tserkva town and its suburbs]: dys. ... kand. biol. nauk : 03.00.05. Kyiv. [in Ukrainian].
4. Biliavskiy S. M. (2019). Urbanoflorystychni doslidzhennia Biloi Tserkvy (Kyivska oblast). [Urban floristic studies of Bila Tserkva (Kyiv region)]. Candidate's thesis. Kharkiv. [in Ukrainian].
5. Biliavskiy S. M., Zhuravel N. M. (2017). Ekologo-tsenotychnyi analiz urbanoflory m. Bila Tserkva Kyivskoi oblasti. [Ecological and cenotic analysis of the urban flora of Bila Tserkva, Kyiv region]. Candidate's thesis. Zhytomyr. [in Ukrainian].
6. Dobrochaeva D. N. (1987). Opredelytel vysshikh rastenyi Ukrainy. 1 yzd. [Determinant of higher plants of Ukraine]. Kyiv. [in Ukrainian].
7. Dobrochaeva D. N. (1998). Opredelytel vysshikh rastenyi Ukrainy. 2 yzd. [Determinant of higher plants of Ukraine]. Kyiv. [in Ukrainian].
8. Pryroda Kyivskoi oblasti. / red. O. Marynych. Kyiv : Vyd-vo Kyiv. un-tu, 1972. 234 s. [in Ukrainian].
9. Sobko V., Mordatenko L. (2009). Vyznachnyk roslyn Kyivskoi oblasti. [Determinant of plants of the Kyiv region]. Kyiv. [in Ukrainian].
10. Sobko V., Mordatenko L. (2004). Vyznachnyk roslyn Kyivskoi oblasti. [Determinant of plants of the Kyiv region]. Kyiv. [in Ukrainian].

Bilyavskiy S.

candidate of biological sciences, senior lecturer at the Department of Medical Biochemistry and Molecular Biology at ZVO
O.O. Bogomolets National Medical University
sm.bilyavskiy@gmail.com
orcid.org/0000-0002-3072-4152

Zhuravel N.

candidate of biological sciences, associate professor,
associate professor of the Department of Biology
Mykhailo Drahomanov Ukrainian State University
nm.zhuravel@gmail.com
orcid.org/0000-0002-8130-8116

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE URBAN FLORA OF THE BILA TSERKVA AND ITS ENVIRONS

The article highlights current research on the flora of the city of Bila Tserkva and its surroundings. As a result of the comprehensive analysis, the species composition was established and an annotated synopsis of the urban flora of Bila Tserkva and its surroundings was compiled; structural (systematic, geographical, biomorphological, ecological, florecotopological) and fractional analyzes of the studied urban flora were carried out; the anthropic transformation of urban flora was assessed; the spread of some invasive quarantine species on the territory of the city of Bila Tserkva was investigated.

*It was established that the species composition of the urban flora of Bila Tserkva includes 994 species of vascular plants from 520 genera and 109 families and represents only 58.4% of the flora of the Kyiv region (1703 species according to Sobko, 2004) and 49.5% of the species diversity of the Middle Dnieper region. For the first time, the habitat of three types of vascular plants (*Elymus caninus* (L.) L., *Ipomoea tricolor* Cav., *Lunaria annua* L.) is given for the studied area. The results of a comparative analysis of the urban flora of Bila Tserkva and previously studied cities of Ukraine indicate significantly higher rates of floristic richness compared to the urban flora of the district centers of the Eastern part of Maly Polissia (Ostrog, Netishyn, Slavuta, Shepetivka) and somewhat lower than those in the urban flora of some regional centers (Kropyvnytskyi, Chernihiv, Kharkiv).*

Therefore, in terms of species composition, the studied urban flora is closer to large cities, which is explained by the high development of industry, transport infrastructure, and the development of green construction in the region. The results of the systematic analysis indicate that in the investigated flora most families, genera and species belong to the department Magnoliophyta, among which Rosopsida predominates. The analysis of the floristic spectrum showed that 10 families (566 species, 56.9%) are the leading in the number of species: Asteraceae (106), Poaceae (98), Brassicaceae (59), Fabaceae (56), Rosaceae (51), Lamiaceae (49), Cyperaceae (40), Ranunculaceae (38), Caryophyllaceae (36), Apiaceae (33). The established spectrum of the first 10 leading families of the urban flora of Bila Tserkva and its surroundings is generally typical of the flora of the Holarctic. The spectrum of flora genera of the studied city is represented by 520 genera, with 34 leading genera covering 26% of the entire flora (258 species).

Key words: city, Bila Tserkva, environs (surroundings), urban flora, structural analysis.

**Стаття до редакції надійшла 06.06.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 22.06.2024 року**

УДК 58.006 (091)

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-19-29

Тарабун М. О.

кандидат біологічних наук, науковий співробітник
Державний дендрологічний парк «Тростянець» НАН України
marina.tarabun@gmail.com
orcid.org/ 0000-0002-0279-230X

**ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ ПЕРСПЕКТИВНОСТІ
ІНТРОДУКЦІЇ *PICEA GLAUCA* (MOENCH) VOSS.
У ДЕНДРОЛОГІЧНИЙ ПАРК «ТРОСТЯНЕЦЬ» НАН УКРАЇНИ**

*Збагачення біорізноманіття, вивчення біологічних та екологічних властивостей рослин в нових кліматичних умовах, пошук шляхів найбільш ефективного їх використання є важливим завданням біологічної науки та інтродукції як її складової. Метою дослідження є проведення порівняльного аналізу еколого-географічних умов в межах ареалів представників роду *Picea* Diert. і пункту інтродукції для виявлення кліматичної аналогії з дендропарком «Тростянець» та її зв'язку з результатами інтродукційного випробування й оцінити адаптивну здатність досліджуваних видів. Обґрунтовано вибір об'єктів досліджень, попередній досвід інтродукції дав неоднозначні результати. Як показали дослідження, досить широкий діапазон еколого-географічних умов, в яких зростає *P. glauca* в природі, зумовлює його достатню адаптивну здатність, яка виявляється в умовах культури на значній території поза межами природного місцезростання. При цьому, доведена перспективність інтродукції *P. glauca* та використання в інші регіони України.*

*Ключові слова: еколого-географічні умови, тип клімату, кліматичні моделі, ареал, пункт інтродукції, *Picea glauca* (Moench) Voss., адаптивна здатність, дендрологічний парк «Тростянець».*

Вступ. Інтродукція, як один із напрямів господарської діяльності, є безперечно найбільш ефективним шляхом вирішення багатьох проблем людства. За таких обставин, особливої уваги заслуговують рослини, введення яких у культуру в Україні не лише поповнить біорізноманіття флори держави, але й водночас матиме суттєве господарське значення. Саме до таких рослин й відносяться представники групи голонасінних.

Нині дендрологічний парк «Тростянець» – один із небагатьох старовинних парків ландшафтного типу в Україні, що найбільш повно зберегли свою об'ємно-просторову та структурно-функціональну організацію: композицію пейзажів, планувальну мережу, організацію водних просторів, кількісний і якісний склад ландшафтних насаджень. Саме високим ступенем схоронності структури самого парку й визначається його наукова, культурно-історична, естетична, рекреаційна й природоохоронна значимість, необхідність і доцільність його вивчення [4].

Мета досліджень. Провести порівняльний аналіз еколого-географічних умов в межах ареалів представників роду *Picea* Diert. і пункту інтродукції для виявлення кліматичної аналогії з дендропарком «Тростянець» та її зв'язку з результатами інтродукційного випробування й оцінити адаптивну здатність досліджуваних видів.

Методи та організація досліджень. Проведено інформаційний збір кліматичних характеристик ареалу поширення виду роду *Picea* Diert. Тип клімату пункту інтродукції та ареалу досліджуваного виду визначали за класифікацією кліматів

Кеппена [5], яка за ступенем метеорологічного опрацювання і диференціації типів клімату є однією з найбільш докладних. Обґрунтовано вибір об'єктів досліджень, попередній досвід інтродукції дав неоднозначні результати.

Для характеристики кліматичних умов природних місцезростань досліджуваних видів користувались показниками метеостанцій, які існують в межах ареалу. Але для багатьох дрібних населених пунктів, у яких метеоспостереження відсутні, використовували дані кліматичних моделей [6]. Визначені географічні пункти відмічали на карті-схемі ареалу досліджуваного виду.

До характеристичних еколого-географічних показників ми включили також географічну широту пунктів, бо райони збору рослин і їх інтродукції, що мають одну або близькі географічні широти, близькі й за тривалістю світлового дня та іншими екологічними параметрами. Тобто, географічна широта може використовуватися як орієнтовний показник потенційної успішності інтродукції рослин [1].

Для загальної еколого-кліматичної та географічної характеристики ареалу і місця зростання досліджуваного виду використовували інформацію Міжнародного союзу охорони природи [7].

Кліматичні умови дендропарку «Тростянець» характеризували кліматичними показниками м. Прилуки Чернігівської області, розташованого на відстані 45 км від дендропарку.

Назви рослин наведено згідно довідника «Дендрофлора України...» [3].

Результати дослідження та їх обговорення. Протягом усього періоду існування дендропарку випробувано 15 видів роду *Picea* Diert з метою їх інтродукції, серед яких азіатських видів – 6, північно-американських – 5, європейських – 2, євроазіатських – 2, тобто більшість видів має походження з регіонів Азії та Північної Америки. В результаті випробування виявилось, що тільки 13 видів, а саме *Picea abies* (L.) H. Karsten, *P. alcoquiana* Carr., *P. jezoensis* Sieb et Zucc, *P. asperata* Mast., *P. glauca* (Moench) Voss., *P. engelmannii* Parry ex Engelm., *P. koraiensis* Nakai., *P. maximowiczii* Regel ex Mast., *P. obovata* Regel ex Mast., *P. omorika* Purk., *P. pungens* Engelm., *P. rubens* Sarg., *P. schrenkiana* F. et M. були успішно інтродуковані. Інтродукційне випробування двох видів (*P. orientalis* (L.) Link. та *P. smithiana* (Wall.) Boiss.) дало негативний результат: Рослини неадаптувалися до умов дендропарку «Тростянець».

За матеріалами інвентаризації 1957 – 1960 рр. в ландшафтах дендропарку «Тростянець» зростало 43 екземпляри *Picea glauca* віком від 31 до 81 року зі сталим насінноношенням; діаметр стовбура від 6 до 50 см. Нині в ландшафтах наявні лише 6 особин. Вид посухостійкий, не вимогливий до ґрунтів.

Ареал виду знаходиться у помірному та субарктичному кліматичних поясах на території Канади (провінції Онтаріо, Квебек, Нью-Брансуїк, Нова Шотландія, Манітоба, Принц Едуард I, Ньюфаундленд I, Британська Колумбія, Юкон, Саскачеван, Альберта, Лабрадор); Британській Колумбії) і США (штати Вашингтон, Орегон, Каліфорнія, Айдахо, Монтана) (рис. 1). Переважна частина ареалу знаходиться у помірному кліматичному поясі [8]. Даний вид зустрічається в різних середовищах – від мускусних боліт, берегів річок і до гірських схилів. У великих бореальних лісах Північної Америки це домінуюче дерево внутрішніх лісів на великих просторах Канади й Аляски, на висоті від 5 до 2100 м над рівнем моря. Ґрунти природних місцезростань зазвичай річкового або льодовикового походження, нейтральні або слабкокислі, часто опідзолені. Клімат холодний континентальний на більшій частині ареалу, але холодний морський на крайньому сході, кількість опадів коливається від 200 до 1250 мм. Межа морозостійкості від $-45,6^{\circ}$ С до $-40,0^{\circ}$ С [2].



Рис. 1. Ареал *P. glauca*

● – Dfb-клімат; ● – Dfc-клімат; ● – Dfa-клімат; ● – Csb-клімат.

На підставі кліматичних показників 241 географічного пункту в межах ареалу (табл. 1) виявлено чотири підтипи клімату (число у дужках – кількість пунктів): помірний континентальний з теплим вологим літом (Dfb, 159); субарктичний континентальний з вологим прохолодним літом (Dfc, 80); помірний континентальний з спекотним вологим літом (Dfa, 1) та середземноморський з вологим теплим літом (Cfb, 1).

Таблиця 1

Еколого-географічна характеристика ареалу *P. glauca*

Номер географічного пункту	Регіон; географічні пункти в межах ареалу	Географічні координати		Тип клімату	Висота над рівнем моря, м	Середньорічна температура повітря, оС	Середня температура липя, оС	Середня температура січня, оС	Максимальна температура повітря, оС	Мінімальна температура повітря, оС	Річна кількість опадів, мм
		широта	довгота								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Canada											
Province of British Columbia											
1.	Atlin Lake	59°34'	133°42'	Dfc	674	0,0	12,5	-16,0	18,0	-20,2	337
2.	Mc Dame	59°11'	129°14'	Dfc	705	-0,4	14,0	-15,0	20,0	-22,0	430
3.	Dease Lake	58°25'	130°00'	Dfc	816	-1,1	12,6	-17,7	19,2	-22,5	421

Продовження таблиці 1

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4.	Fort Nelson	58°50'	122°35'	Dfc	382	-1,1	16,7	-22,0	23,0	-26,5	448
5.	Muncho Lake	58°55'	125°46'	Dfc	826	-0,2	13,9	-15,5	20,4	-21,0	495
6.	Propher River	58°05'47"	122°42'45"	Dfb	604	2,9	17,0	-11,0	22,0	-16,0	525
7.	Hazelton	55°12'	127°44'	Dfb	121	5,0	16,4	-8,1	23,6	-11,4	625
8.	Meziadin Junction	56°06'00"	129°18'23"	Dfb	346	5,9	16,5	-4,0	21,0	-7,0	1067
9.	Manson Creek	55°40'22"	124°28'54"	Dfc	960	0,1	13,0	-15,5	20,0	-20,0	521
10.	Prince George	53°53'	122°40'	Dfb	691	4,3	15,8	-7,9	22,4	-11,7	595
11.	Fort St. John	56°15'09"	120°50'47"	Dfb	690	2,5	16,5	-12,5	23,0	-17,0	464
12.	Tumbler Ridge	55°08'00"	121°00'00"	Dfc	830	2,9	14,5	-9,0	20,0	-13,0	509
13.	Mc Bride	53°18'15"	120°09'50"	Dfb	721	3,9	15,5	-11,5	23,0	-16,0	596
14.	Babine Lake	54°26'	125°27'	Dfb	713	3,8	14,7	-7,3	20,0	-10,5	471
15.	Barkerville	53°04'	121°30'	Dfc	1283	2,0	12,3	-7,5	19,0	-12,1	1022
16.	Blue River	52°07'	119°17'	Dfb	690	4,8	16,4	-7,3	24,2	-11,0	1024
17.	Bridge Lake	51°30'	120°18'	Dfc	1155	3,7	14,3	-4,3	21,8	-11,2	596
18.	Chetwynd	55°41'	121°37'	Dfc	609	3,0	15,4	-10,2	22,2	-15,3	441
19.	Fraser Lake	54°04'	124°50'	Dfb	674	3,7	15,4	-9,5	22,2	-13,8	526
20.	Glacier	51°14'	117°42'	Dfc	1890	0,5	11,0	-8,1	15,6	-11,4	2038
21.	Hixon	53°31'	122°41'	Dfb	551	5,3	16,7	-6,7	24,1	-10,5	645
22.	Mcleese Lake	52°22'	122°22'	Dfb	536	6,2	17,9	-6,2	25,9	-9,9	417
23.	Puntchesakut	52°59'	122°57'	Dfc	915	3,5	14,6	-8,1	21,8	-13,2	499
24.	Vavenby	51°34'	119°46'	Dfb	445	6,6	18,2	-5,2	26,0	-8,3	484
25.	Vidette Lake	51°19'	120°50'	Dfb	1083	4,2	14,8	-6,4	22,5	-11,0	519
26.	Chilanko Forks	52°07'00"	124°04'00"	Dfb	909	6,1	16,5	-3,5	23,0	-8,0	171
27.	Nazko	53°09'00"	123°37'01"	Dfb	837	6,1	17,0	-4,0	22,0	-8,0	419
28.	Sparwood	49°43'59"	114°53'07"	Dfb	1140	4,5	16,0	-6,0	24,0	-11,0	603
29.	Field	51°23'45"	116°29'20"	Dfc	1256	2,7	14,5	-10,5	22,0	-14,0	600
Province of Alberta											
30.	Andrew	54°01'	112°14'	Dfb	610	2,6	17,0	-13,4	23,5	-18,7	411
31.	Beaver Mines	49°28'	114°10'	Dfb	1257	4,9	16,0	-4,7	23,3	-9,5	680
32.	Beaverlodge	55°12'	119°24'	Dfc	744	2,7	15,5	-11,7	21,7	-16,3	433
33.	Bighorn Dam	52°19'	116°20'	Dfc	1341	3,0	14,2	-7,2	21,2	-13,2	503
34.	Brightview	52°59'	113°43'	Dfb	815	3,5	16,4	-10,3	22,6	-15,5	526
35.	Brownfield	52°19'	111°28'	Dfb	755	3,1	17,2	-12,3	24,4	-17,4	470
36.	Calling Lake	55°15'	113°11'	Dfc	598	1,2	16,1	-15,4	22,2	-21,4	428
37.	Calmar	53°17'	113°51'	Dfb	720	3,3	16,6	-11,2	23,3	-17,0	516
38.	Campsie	54°07'	114°40'	Dfc	671	2,4	16,3	-12,8	23,3	-19,0	462
39.	Camrose	53°03'	112°49'	Dfb	739	3,0	16,8	-11,5	22,9	-17,2	438
40.	Clardale	56°20'	119°29'	Dfc	643	0,8	15,5	-16,2	22,2	-21,4	456
41.	Cross Lake	54°37'	113°54'	Dfc	655	1,9	16,0	-13,9	22,9	-19,9	528
42.	Edmonton	53°34'	113°31'	Dfb	670	4,2	17,7	-10,4	23,1	-14,8	456
43.	Entrance	53°22'	117°42'	Dfc	990	3,1	14,4	-9,2	22,2	-15,0	508
44.	Eureka River	56°29'	118°44'	Dfc	664	0,0	15,0	-16,9	22,1	-23,0	436
45.	Fort Chipewyan	58°46'	111°07'	Dfc	232	-1,5	17,0	-21,9	23,0	-27,1	366
46.	Fort McMurray	56°39'	111°13'	Dfc	369	1,0	17,1	-17,4	23,7	-22,5	419
47.	Fort	53°43'	113°11'	Dfb	620	3,2	17,1	-11,9	23,3	-17,3	455
48.	Grande Prairie	55°10'	118°53'	Dfb	669	2,2	16,2	-13,6	22,6	-19,0	445
49.	Gwynne	52°57'	113°11'	Dfb	768	2,8	16,3	-12,4	23,2	-18,0	477
50.	High Level	58°37'	117°09'	Dfc	338	-1,0	16,5	-20,4	23,0	-25,8	372
51.	Horburg	52°24'	115°12'	Dfb	1036	4,0	15,7	-7,6	22,7	-13,6	658
52.	Kananaskis	51°01'	115°02'	Dfc	1391	3,6	14,5	-6,1	22,1	-11,7	639
53.	Kaybob	54°06'	116°52'	Dfc	1002	3,2	15,3	-9,7	21,4	-15,1	593
54.	Madden	51°30'	114°19'	Dfb	1138	4,0	15,6	-7,2	22,5	-13,1	477
55.	St. Lina	54°18'	111°27'	Dfc	632	1,6	16,2	-14,4	22,8	-19,5	479
56.	Stettler	52°20'	112°43'	Dfb	821	3,3	16,5	-11,5	23,1	-17,0	478
57.	Sunwapta	52°27'	117°27'	Dfc	1554	-0,2	11,4	-11,9	19,3	-18,8	477
Province of Saskatchewan											
58.	Ayisham	53°12'	103°48'	Dfb	362	1,4	18,0	-18,2	24,4	-23,1	447
59.	Buffalo Narrows	55°50'	108°26'	Dfb	433	1,0	17,7	-17,5	22,8	-22,3	449

Продовження таблиці 1

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
60.	Butte-St-Pierre	53°27'	109°12'	Dfb	571	1,3	16,7	-16,4	23,9	-22,3	378
61.	Carlton	52°48'	106°34'	Dfb	520	2,1	17,7	-16,3	24,0	-21,0	447
62.	Cigar Lake	58°05'	104°29'	Dfc	467	-3,4	15,8	-23,6	22,2	-28,6	498
63.	Cluff Lake	58°22'	109°31'	Dfc	330	-0,7	16,9	-20,4	22,7	-25,5	451
64.	Hillmond	53°26'	109°43'	Dfb	583	1,5	17,2	-15,8	24,1	-21,5	397
65.	Island Falls	55°32'	102°21'	Dfc	299	-1,3	17,3	-22,2	22,9	-28,4	487
66.	La Ronge	55°09'	105°16'	Dfc	379	0,2	17,5	-18,8	23,5	-24,2	486
67.	Loon Lake	54°03'	109°06'	Dfc	542	1,3	16,5	-16,0	23,2	-21,6	416
68.	Meadow Lake	54°08'	108°31'	Dfc	480	0,9	16,7	-17,2	23,7	-23,5	415
69.	Pelly	52°05'	101°52'	Dfc	509	0,7	16,9	-17,4	23,2	-22,7	573
70.	Prince Alberta	53°13'	105°40'	Dfb	428	1,4	18,0	-17,3	24,3	-23,1	428
71.	Stony Rapids	59°15'	105°50'	Dfc	245	-3,5	15,9	-24,8	22,7	-30,0	426
72.	Heglund Island	49°28'27"	109°27'46"	Dfb	969	6,6	21,0	-7,0	28,0	-11,0	357
Province of Manitoba											
73.	Arborg	50°56'	97°05'	Dfb	224	1,6	18,6	-18,3	24,8	-23,9	499
74.	Berens River	52°21'	97°01'	Dfb	221	0,6	17,7	-18,9	23,3	-23,9	470
75.	Churchilla	58°44'	94°03'	Dfc	29	-6,5	12,7	-26,0	18,0	-30,1	453
76.	Cowan	52°02'	100°39'	Dfb	366	1,5	17,8	-16,5	25,4	-22,7	618
77.	Dauphin	51°06'	100°03'	Dfb	305	2,5	18,7	-15,4	25,2	-20,7	482
78.	Gillama	56°21'	94°42'	Dfc	145	-3,7	15,8	-24,4	21,8	-29,0	496
79.	Grand Rapids	53°09'	99°17'	Dfb	223	1,1	18,8	-18,2	23,8	-22,9	491
80.	Island Lake	53°51'	94°39'	Dfb	235	-0,7	17,9	-21,5	22,9	-26,6	555
81.	Mafeking	52°39'	101°05'	Dfb	325	1,9	18,5	-16,5	24,6	-22,0	641
82.	Norway House	53°57'	97°51'	Dfc	224	-0,7	17,6	-21,5	23,3	-26,9	532
83.	Thompson	55°48'	97°51'	Dfc	224	-2,9	16,2	-23,9	23,1	-29,3	509
84.	Caribou River	59°33'51"	96°39'42"	Dfc	186	-5,5	15,5	-25,5	22,0	-30,0	401
85.	Sand Lakes	57°42'44"	98°42'32"	Dfc	281	-2,7	16,5	-22,5	23,0	-28,0	429
86.	Lac Brochet	58°37'22"	101°29'10"	Dfc	369	-2,5	17,5	-22,5	23,0	-28,0	401
87.	Winnipeg	49°55'	97°14'	Dfb	238	3,0	19,7	-16,4	25,9	-21,4	521
88.	Bissett	51°01'30"	95°40'54"	Dfb	263	4,3	21,0	-13,5	27,0	-19,0	521
89.	Sprague	49°02'19"	95°38'35"	Dfb	324	5,0	20,0	-12,0	27,0	-17,0	546
Province of Ontario											
90.	Barwick	48°38'	93°58'	Dfb	335	3,4	19,0	-15,3	25,2	-21,1	710
91.	Brockville	44°36'	75°40'	Dfb	96	7,5	21,2	-7,8	25,9	-12,0	987
92.	Cameron Falls	49°09'	88°21'	Dfb	228	1,9	17,1	-16,2	23,8	-22,4	825
93.	Chatsworth	44°23'	80°54'	Dfb	305	6,5	19,1	-6,9	25,2	-10,9	1178
94.	Dryden	49°50'	92°45'	Dfb	412	2,4	18,9	-16,8	24,3	-21,9	720
95.	Dunchurch	45°37'	79°53'	Dfb	268	4,9	18,9	-11,1	25,5	-16,8	1118
96.	Earlton	47°42'	79°51'	Dfb	243	2,6	18,3	-16,2	24,8	-22,4	786
97.	Flint	48°21'	89°41'	Dfb	274	2,6	17,4	-14,7	24,8	-21,2	761
98.	Geraldton	49°46'	86°55'	Dfb	348	0,6	17,2	-18,6	23,5	-25,1	765
99.	Island Falls	49°35'	81°23'	Dfb	213	0,6	17,5	-19,4	23,3	-26,2	842
100.	Kenora	49°47'	94°21'	Dfb	409	3,1	19,7	-16,0	24,4	-20,5	715
101.	Madawaska	45°30'	77°59'	Dfb	316	4,2	18,4	-12,1	25,6	-18,4	859
102.	Massey	46°11'	82°01'	Dfb	200	4,7	18,7	-11,1	25,4	-16,4	890
103.											
104.	Minden	44°56'	78°43'	Dfb	274	5,6	19,3	-9,7	26,2	-15,2	1056
105.	Moosone	51°16'	80°39'	Dfb	10	-0,5	15,8	-20,0	22,6	-26,3	704
106.	Pickle Lake	51°26'	90°12'	Dfb	386	0,5	17,7	-19,3	23,0	-24,1	729
107.	Red Lake	51°04'	94°47'	Dfb	385	1,3	18,1	-18,3	23,8	-23,9	686
108.	Wawa	47°58'	84°47'	Dfb	287	2,1	15,1	-14,0	20,9	-20,2	970
109.	Peawanuck	55°00'41"	85°25'27"	Dfc	39	-3,1	14,0	-21,0	21,0	-26,0	492
110.	Kasabonika	53°31'53"	88°36'26"	Dfb	187	-0,2	18,0	-20,0	24,0	-26,0	514
111.	Ogoki	51°37'53"	85°55'28"	Dfb	157	1,1	18,5	-18,0	24,0	-24,0	597
Province of Quebec											
112.	Amos	48°34'	78°08'	Dfb	310	1,5	17,4	-17,2	23,3	-22,8	929
113.	Arthabaska	46°01'	71°57'	Dfb	140	5,3	19,4	-10,8	24,9	-15,7	1130

Продовження таблиці 1

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
114.	Bagotville	48°20'	71°00'	Dfb	159	2,8	18,4	-15,7	24,2	-21,1	930
115.	Caplan	48°06'	65°41'	Dfb	23	4,0	17,8	-11,3	22,7	-16,0	957
116.	Godbout	49°19'	67°37'	Dfb	30	2,1	16,2	-13,9	21,8	-19,7	921
117.	Granby	45°23'	72°43'	Dfb	175	6,3	20,2	-9,8	25,2	-14,2	1215
118.	Joutel	49°28'	78°18'	Dfb	290	0,0	16,3	-19,2	22,6	-25,6	909
119.	Lac Megantic	45°36'	70°52'	Dfb	426	4,2	17,2	-11,2	23,4	-16,1	1048
120.	Reviere au	50°17'	64°47'	Dfb	15	1,6	14,6	-13,4	19,2	-18,8	1094
121.	Roberval	48°31'	72°16'	Dfb	178	2,6	18,3	-16,4	23,7	-21,7	865
122.	Shawville	45°37'	76°28'	Dfb	167	5,1	19,8	-12,0	26,2	-17,0	897
123.	St Guy	48°03'	68°49'	Dfb	320	2,2	17,0	-14,5	22,6	-19,4	1271
124.	St Hippolyte	45°59'	74°00'	Dfb	365	4,3	19,0	-12,5	24,3	-17,9	1193
125.	St Jean de	48°53'	67°07'	Dfb	350	1,9	16,3	-14,0	21,2	-18,4	1138
126.	St Michel dec	46°41'	73°55'	Dfb	351	3,1	17,8	-14,0	24,2	-20,4	940
127.	St Pamphile	46°58'	69°47'	Dfb	388	3,1	17,9	-13,4	23,2	-18,0	1080
128.	St.Simeon	47°51'	69°52'	Dfb	15	3,4	17,0	-12,2	22,4	-17,0	998
129.	Thetford Mines	46°06'	71°21'	Dfb	381	4,6	18,6	-11,6	23,5	-15,9	1309
130.	Nemiscau	51°42'	76°15'	Dfb	228	0,6	16,5	-17,5	22,0	-24,0	790
131.	Obedjiwan	48°39'23"	74°56'26"	Dfb	407	2,7	18,0	-15,0	23,0	-15,0	828
132.	Fermont	52°47'35"	67°05'05"	Dfc	607	2,0	14,0	-19,5	19,0	-26,0	844
133.	Kuujuaq	58°06'	68°25'	Dfc	40	-5,4	11,8	-24,7	17,4	-29,3	542
134.	Kuujuarapik	55°17'	77°45'	Dfc	12	-4,0	11,1	-23,3	16,1	-27,8	661
135.	Lourdes-de-	51°27'	57°11'	Dfc	37	0,6	12,0	-12,7	16,6	-17,5	1022
136.	Mistissini	50°25'06"	73°52'08"	Dfb	399	1,2	17,0	-17,0	22,0	-23,0	831
137.	Kawawachikamac	54°51'42"	66°45'39"	Dfc	550	-3,4	13,0	-21,5	18,0	-27,0	760
138.	Brisay	54°26'33"	70°31'50"	Dfc	541	-2,8	14,0	-21,0	19,0	-27,0	750
139.	Eastmain	52°14'34"	78°30'34"	Dfb	6	0,5	15,0	-17,5	21,0	-23,0	672
140.	Labrieville	49°18'00"	69°35'00"	Dfb	156	3,1	18,5	-14,0	24,0	-20,0	877
141.	Manic-Cinq	50°38'22"	68°43'54"	Dfb	221	2,3	18,5	-15,0	23,0	-21,0	884
142.	Natashquan	50°11'02"	61°49'03"	Dfb	5	3,0	17,0	-12,5	22,0	-18,0	1094
143.	Chevery	50°28'04"	59°37'03"	Dfb	4	2,9	16,5	-11,5	21,0	-16,0	1102
Province of Newfoundland and Labrador											
144.	Black Duck	48°34'	58°22'	Dfb	35	4,2	16,1	-7,3	21,2	-11,6	1499
145.	Boat Harbour	47°25'	54°50'	Dfb	15	5,3	15,5	-4,6	21,6	-8,7	1644
146.	Buchans	48°49'	56°52'	Dfb	270	3,8	16,3	-8,2	21,1	-11,8	1236
147.	Cappahayden	46°52'	52°57'	Dfc	15	4,9	14,3	-4,1	19,9	-7,6	1583
148.	Carmanville	49°24'	54°16'	Dfb	4	4,6	16,2	-6,4	21,5	-10,5	1076
149.	Cartwright	53°42'	57°02'	Dfc	14	0,0	12,3	-14,3	18,0	-18,9	1074
150.	Flowers Cove	51°20'	56°41'	Dfc	9	1,3	12,5	-10,8	17,3	-15,1	1039
151.	Goose	53°19'	60°25'	Dfc	49	0,0	15,5	-17,6	20,9	-22,5	940
152.	Hawk'es Bay	50°36'	57°11'	Dfb	11	3,2	15,5	-9,6	20,1	-14,0	1010
153.	Isle Aux Morts	47°35'	58°58'	Dfb	5	4,6	14,0	-5,0	19,0	-8,3	1653
154.	Makkovika	55°04'	59°11'	Dfc	70	-1,3	11,6	-16,7	17,2	-20,8	979
155.	Nain	56°33'	61°41'	Dfc	6	-2,5	10,1	-17,6	15,8	-21,6	925
156.	Wabush Lake	52°55'	66°52'	Dfc	551	-3,1	13,8	-22,2	19,1	-27,8	840
157.	Churchill Falls	53°31'58"	64°00'36"	Dfc	320	-1,0	15,0	-18,0	20,0	-24,0	885
Province of New Brunswick											
158.	Alma	45°36'	64°57'	Dfb	43	5,7	17,2	-7,4	22,1	-12,3	1510
159.	Aroostook	46°42'	67°42'	Dfb	80	4,4	18,9	-12,6	25,1	-18,4	1047
160.	Edmundston	47°20'	68°11'	Dfb	163	3,6	18,2	-12,9	24,7	-18,5	1011
161.	Haut Shippagan	47°45'	64°46'	Dfb	6	4,8	18,7	-9,8	23,1	-14,1	1077
162.	Miramichi	47°00'	65°28'	Dfb	33	4,9	19,1	-10,8	25,2	-16,6	1072
163.	Mount Carleton	47°25'	66°56'	Dfb	265	2,9	17,3	-13,5	23,9	-19,7	1119
164.											
165.	Saint John	45°19'	65°53'	Dfb	109	5,2	17,1	-7,9	22,6	-13,3	1296
166.	Fredericton	45°52'	66°31'	Dfb	21	5,6	19,3	-9,4	22,5	-15,0	1077
Province of Nova Scotia											
167.	Baddeck	46°06'	60°45'	Dfb	8	6,3	18,1	-5,4	23,1	-9,6	1535

Продовження таблиці 1

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
168.	Bridgewater	44°24'	64°33'	Dfb	24	7,1	19,0	-5,2	25,4	-10,4	1536
169.	Cheticamp	46°39'	60°57'	Dfb	11	6,4	18,3	-4,9	22,7	-8,9	1375
170.	Greenwood	44°59'	64°55'	Dfb	28	7,1	19,7	-5,5	25,8	-10,4	1117
171.	Lyons Brook	45°39'	62°47'	Dfb	29	6,6	19,3	-6,2	24,8	-11,0	1232
172.	Mount Uniacke	44°54'	63°50'	Dfb	159	6,0	18,2	-6,5	23,9	-11,5	1515
173.	Yarmount	43°49'	66°05'	Dfb	43	7,2	16,8	-3,0	21,1	-6,9	1292
174.	Sheet Harbour	44°55'39"	62°32'35"	Dfb	21	7,6	19,5	-4,5	24,0	-9,0	1396
Province of Prince Edward Island											
175.	Alberton	46°51'	64°01'	Dfb	3	5,5	18,7	-8,2	23,2	-12,5	1053
176.	Charlottetown	46°17'	63°07'	Dfb	49	5,7	18,7	-7,7	23,3	-12,1	1158
177.	New Glasgow	46°24'	63°21'	Dfb	6	5,8	18,8	-7,7	23,5	-12,1	1258
Province of Northwest Territories											
178.	Fort Smith	60°01'	111°57'	Dfc	205	-1,8	17,0	-22,4	23,3	-27,0	354
179.	Hay River	60°50'	115°46'	Dfc	165	-2,5	16,1	-21,8	21,2	-26,2	336
180.	Inuvika	68°18'	133°28'	Dfc	68	-8,2	14,1	-26,9	19,5	-31,0	241
181.	Norman Wells	65°16'	126°48'	Dfc	73	-5,1	17,1	-26,1	22,5	29,9	294
182.	Yellowknife	62°27'	114°26'	Dfc	206	-4,3	17,0	-25,6	21,3	-29,5	289
Province of Ykon											
183.	Beaver Creek	62°24'	140°52'	Dfc	649	-4,9	14,1	-25,2	20,3	-30,0	417
184.	Burwash	61°22'	139°03'	Dfc	806	-3,2	13,1	-20,5	19,6	-26,7	275
185.	Dawson	64°02'	139°07'	Dfc	370	-4,1	15,7	-26,0	23,1	-30,1	324
186.	Faro	62°12'	133°22'	Dfc	716	-2,0	15,0	-20,1	21,0	-24,6	320
187.	Mcgvesten	63°35'	137°31'	Dfc	458	-3,3	15,3	-25,0	23,1	-29,9	344
188.	Old Crow	67°34'	139°50'	Dfc	250	-8,3	14,6	-29,2	20,2	-33,5	279
189.	Pelly Ranch	62°49'	137°18'	Dfc	445	-3,1	15,8	-24,9	22,8	-30,1	321
190.	Watson Lake	60°06'	128°49'	Dfc	687	-2,4	15,3	-22,5	21,5	-27,5	416
USA											
State of Montana											
191.	St. Mary	48°44'37"	113°25'42"	Cfb	147	9,8	16,0	5,0	22,0	2,0	754
192.	Olney	48°32'55"	114°34'41"	Dfb	966	7,8	20,0	-2,5	27,0	-5,0	732
193.	Swan Lake	47°55'45"	113°50'41"	Dfb	946	8,6	20,5	-1,5	28,0	-4,0	968
State of Minnesota											
194.	Warroad	48°54'19"	95°18'52"	Dfb	325	4,3	21,0	-11,0	27,0	-16,0	568
195.	Grand Marais	47°45'02"	90°20'05"	Dfb	188	3,7	21,0	-11,0	26,0	-16,0	702
196.	Crane Lake	48°16'00"	92°29'22"	Dfb	346	5,3	21,0	-12,0	27,0	-17,0	616
197.	Duluth	46°46'23"	92°07'30"	Dfb	214	6,3	20,5	-9,5	28,0	-14,0	652
198.	Hibbing	47°25'38"	92°56'16"	Dfb	455	4,4	19,0	-11,0	25,0	-16,0	651
199.	Brainerd	46°21'29"	94°12'03"	Dfb	371	6,3	20,5	-9,5	27,0	-14,0	628
State of Wisconsin											
200.	Bayfield	46°48'39"	90°49'06"	Dfb	199	7,0	21,5	-8,5	28,0	-13,0	744
201.	Spooner	45°49'22"	91°53'27"	Dfb	332	6,6	21,0	9,0	27,0	-13,0	697
202.	Abbotsford	44°56'47"	90°18'58"	Dfb	429	6,2	20,0	-9,0	26,0	-13,0	750
203.	Butternur	46°00'47"	90°29'26"	Dfb	456	6,2	21,0	-9,5	27,0	-14,0	665
204.	Crandon	45°34'19"	88°54'10"	Dfb	496	6,1	20,0	-9,0	26,0	-13,0	696
205.	Crivitz	45°13'57"	88°00'27"	Dfb	207	7,2	20,5	-7,0	27,0	-11,0	705
206.	Algoma	44°36'39"	87°26'19"	Dfb	178	7,5	20,5	-6,5	27,0	-10,0	734
State of Michigan											
207.	Houghton	47°07'19"	88°34'08"	Dfb	196	6,6	19,5	-7,5	25,0	-11,0	678
208.	Marquette	46°32'37"	87°23'47"	Dfb	203	7,0	20,5	-7,5	26,0	-11,0	818
209.	Munising	46°24'36"	86°38'58"	Dfb	187	6,6	19,5	-7,0	25,0	-10,0	687
210.	Bessemer	46°28'53"	90°03'11"	Dfb	434	6,2	20,5	-9,0	26,0	-13,0	756
211.	Iron Mountain	45°49'13"	88°03'58"	Dfb	347	6,6	20,0	-8,0	26,0	-12,0	670
212.	Gaylord	45°01'39"	84°40'29"	Dfb	411	6,5	19,0	-7,0	25,0	-10,0	777

Продовження таблиці 1

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
213.	Newberry	46°21'13"	85°30'45"	Dfb	235	5,9	18,5	-7,5	25,0	-11,0	697
214.	De Tour Village	45°59'37"	83°54'07"	Dfb	183	5,3	18,0	-8,5	24,0	-13,0	738
215.	Romeo	42°48'10"	83°00'47"	Dfb	247	9,0	21,5	-4,0	28,0	-7,0	776
State of New York											
216.	Malone	44°50'55"	74°17'42"	Dfb	217	6,8	20,0	-8,0	25,0	-12,0	938
217.	North Creek	43°41'60"	73°59'09"	Dfb	314	7,4	20,5	-5,5	25,0	-9,0	1269
218.	Inlet	43°45'17"	74°47'36"	Dfb	533	6,4	19,0	-7,0	23,0	-11,0	1517
State of Vermont											
219.	Newport	44°56'10"	72°12'18"	Dfb	208	6,9	20,0	-7,5	24,0	-12,0	1052
220.	Swanton	44°55'05"	73°07'28"	Dfb	45	7,6	20,0	-7,0	26,0	-11,0	908
State of Hampshire											
221.	Gorham	44°23'17"	71°10'25"	Dfc	241	7,5	20,5	-6,0	25,0	-10,0	1153
State of Maine											
222.	Bangor	44°48'11"	68°46'40"	Dfb	36	7,8	20,5	-5,5	26,0	-11,0	1118
223.	Jackman	45°37'26"	70°15'14"	Dfb	367	5,2	19,0	-10,0	24,0	-15,0	937
224.	Rangeley	44°58'00"	70°38'37"	Dfb	469	5,6	19,0	-9,0	23,0	-13,0	1092
225.	Rockland	44°06'13"	69°06'27"	Dfb	7	8,2	20,5	-4,5	25,0	-9,0	1179
226.	Allagash	47°05'00"	69°02'28"	Dfb	192	5,3	20,0	-10,5	25,0	-16,0	947
227.	Caribou	46°51'38"	68°00'43"	Dfb	137	5,0	19,5	-10,5	25,0	-16,0	974
228.	Lubec	44°51'39"	66°59'04"	Dfb	9	7,6	20,0	-5,5	25,0	-10,0	1166
State of Alaska											
229.	Saldotna	60°29'16"	151°04'22"	Dfb	33	4,0	15,0	-5,5	20,0	-8,0	419
230.	Fairbanks	64°50'16"	147°43'00"	Dfc	136	0,0	17,0	-16,5	21,0	-20,0	370
231.	Fort Yukon	66°33'53"	145°16'26"	Dfc	130	-3,3	18,0	-23,0	23,0	-27,0	120
232.	Shungnak	66°53'17"	157°08'11"	Dfc	54	-3,2	15,5	-20,5	20,0	-24,0	475
233.	Coldfoot	67°14'04"	150°05'17"	Dfc	309	-3,6	15,5	-20,0	20,0	-24,0	273
234.	New Stuyahok	59°28'32"	157°16'12"	Dfb	46	1,6	14,0	-10,5	19,0	-14,0	833
235.	Tanan	65°10'19"	152°04'44"	Dfc	63	1,0	17,5	-18,5	22,0	-22,0	387
236.	Galena	64°44'34"	152°51'39"	Dfc	39	-1,2	17,0	-19,0	20,0	-23,0	437
237.	Holy Cross	62°11'58"	159°46'17"	Dfc	40	-0,9	15,0	-16,5	20,0	-20,0	477
238.	Takotna	62°58'19"	156°03'38"	Dfc	150	-0,5	16,0	-16,5	20,0	-20,0	538
239.	Copper Center	61°58'54"	145°21'18"	Dfc	315	2,3	15,5	-12,0	21,0	-16,0	197
240.	Chalkyitsik	66°38'60"	143°46'34"	Dfc	160	-3,4	17,5	-23,0	23,0	-27,0	173
State of South Dakota											
241.	Custer	43°45'60"	103°35'56"	Dfa	1620	8,2	22,5	-4,0	29,0	-9,0	486

Якщо оцінювати екотопи з районів з Dfc-кліматом (субарктичний континентальний з вологим літом), стосовно їх інтродукційної перспективності, то можна припустити, що вони цілком перспективні для інтродукції в регіони з Dfb-кліматом, як такі, що адаптовані до більш суворих кліматичних умов, а тому здатні легше переносити в нових умовах низькі температури. Оскільки найбільш поширеним екотипам з півночі ареалу притаманний Dfc-клімат, а екотипи з півдня поширені в кліматичних умовах Dfb-клімату більш наближеного до клімату пункту інтродукції (табл. 2).

Таблиця 2

Порівняльна характеристика кліматів ареалу *P. glauca* і пункту інтродукції

Середні кліматичні показники	Пункт інтродукції				
	Dfb (159 пунктів)	Dfc (80 пунктів)	Dfa (1 пункт)	Cfb (1 пункт)	Dfb
Річна температура, °C	(-0,7) -9,0	(-8,3) -3,7	8,2	9,8	8,7
Температура липня, °C	14,0-21,5	11,0-18,0	22,5	16,0	21,5
Температура січня, °C	-21,0-(-1,5)	-29,2- (-4,1)	-4,0-	5,0	-4,4
Максимальна температура, °C	19,0-28,0	15,8-23,7	29,0	22,0	25,8
Мінімальна температура, °C	-26,2-(-4,0)	-33,5- (-7,6)	-9,0	2,0	-20,0
Середньорічна норма опадів, мм	171-1653	120-2038	486	754	628
Висота над р. м., м	3-1257	6-1554	1620	147	

Отже, досить широкий діапазон еколого-географічних умов, в яких зростає *P. glauca* в природі, зумовлює його достатню адаптивну здатність, яка виявляється в умовах культури на значній території поза межами природного місцезростання.

Висновки. Проведена оцінка інтродукційної перспективності шляхом зіставлення кліматичних умов ареалів і пункту інтродукції, показала успішність інтродукції *P. glauca* у дендрологічний парк «Тростянець». Таким чином вид можна рекомендувати для використання в інших науково-дослідних установах та для озеленення територій.

Література

1. Булах П. Е. Теорія і методи прогнозування в інтродукції рослин. Київ: Наукова думка, 2010. 111 с.
2. Географія Північної Америки. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F_%D0%9F%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%90%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D0%9A%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82
3. Дендрофлора України. Дикорослі і культивовані дерева і кущі. *Голонасінні: довідник* / За ред. М.А. Кохна, С.І. Кузнецова. Київ: Вища школа, 2001. 207 с.
4. Ільєнко О.О, Медведєв В.А., Андрійко М.О. Історія інтродукції деревних рослин у державному дендрологічному парку «Тростянець» НАН України. Рослинний світ України: теоретичні і прикладні аспекти вивчення і освоєння у виробництві основних і малопоширених видів (сільськогосподарські і біологічні науки): матеріали науково-практичної конференції, 23-24 березня 2016 р. Крути, 2016. С. 51–56.
5. Класифікація кліматів Кеппена. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%BA%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82%D1%96%D0%B2_%D0%9A%D0%B5%D0%BF%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%B0
6. Кліматичні дані міст по всьому світу. URL: climate-data.org
7. Міжнародний список охорони природи. URL: <https://www.iucnredlist.org>
8. Ялина сиза. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D0%B7%D0%B0

References

1. Bulakh P.E. (2010) Teoriya i metody prohnouzuvannya v introduktsiyi roslyn [Theory and methods of forecasting in the introduction of plants]. Kyiv: Naukova dumka. 111 [in Ukrainian].
 2. Heohrafiya Pivnichnoyi Ameryky [Geography of North America]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F_%D0%9F%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%90%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D0%9A%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82 [in Ukrainian].
 3. Dendroflora Ukrayiny. Dykorosli i kul'tyvovani dereva i kushchi. Ho-lonasinni [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and bushes. Gymnosperms]: Ed. MA. Kohna, S.I. Kuznetsov (2001). Kyiv: Higher School. 207 [in Ukrainian].
 4. Il'yenko O.O., Medvedyev V.A., Andriyko M.O. Istoriya introduktsiyi de-revnykh roslyn u derzhavnomu dendrolohichnomu parku «Trostyanets'» NAN Ukra-yiny. Roslynnyy svit Ukrayiny: teoretychni i prykladni aspekty vyvchennya i osvoyennya u vyrobnytstvi osnovnykh i maloposhyrenykh vydiv (sil's'kohospodars'ki i biolohi-chni nauky): materialy naukovopraktychnoyi konferentsiyi, 23-24 bereznya 2016 r. Kruty, 2016. S. 51-56 [in Ukrainian].
 5. Klyasyfikatsiya klimativ Keppena [Köppen's classification of climates]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%BA%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82%D1%96%D0%B2_%D0%9A%D0%B5%D0%BF%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%B0 [in Ukrainian].
 6. Klimatychni dani mist po vs'omu svitu [Climatic data of cities around the world]. URL: climate-data.org [in Ukrainian].
 7. Mizhnarodnyy spysok okhorony pryrody [International list of nature protection]. URL: <https://www.iucnredlist.org> [in Ukrainian].
 8. Yalyna syza [Picea glauca]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D0%B7%D0%B0 [in Ukrainian].
-
-

Tarabun M.

Candidate of biological Sciences
Trostyanets State Dendrological Park
of the National Academy of Sciences of Ukraine
marina.tarabun@gmail.com
orcid.org/0000-0002-0279-230X

ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL ASPECTS OF THE PROSPECTIVE ASSESSMENT OF THE INTRODUCTION OF *PICEA GLAUCA* (MOENCH) VOSS. TO THE DENDROLOGY PARK "TROSTYANETS" OF THE NATIONAL SITE OF UKRAINE

Enrichment of biodiversity, study of biological and ecological properties of plants in new climatic conditions, search for ways of their most effective use are important tasks of biological science and introduction as its component. The aim of the study is to conduct a comparative analysis of ecological and geographical conditions within the ranges of representatives of the genus Picea Diert. and the point of introduction to identify climatic analogies with the Trostianets arboretum and its connection with the results of the introduction test and to assess the adaptive capacity of the studied species. The choice of research objects is substantiated; previous experience of introduction has given mixed results. Studies have shown that a fairly wide range of ecological and geographical conditions in which P. glauca grows in nature determines its high adaptive capacity, which

*is manifested in culture on a large area outside the natural habitat. At the same time, the prospects for the introduction of *P. glauca* and its use in other regions of Ukraine have been proven.*

*Key words: ecological and geographical conditions, climate type, climate models, range, point of introduction, *Picea glauca* (Moench) Voss., adaptive capacity, Trostianets Dendrological Park.*

Стаття до редакції надійшла 03.06.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 18.06.2024 року

ЗООЛОГІЯ

УДК 598.2:712(477.51)

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-30-41

Кузьменко Л. П.

кандидат біологічних наук, доцент

доцент кафедри біології

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

kuzmenko.lp2017@gmail.com

orcid.org/0009-0003-7725-6514

ОРНИТОФАУНА ГРАФСЬКОГО ПАРКУ МІСТА НІЖИНА (ЧЕРНІГІВСЬКА ОБЛАСТЬ, УКРАЇНА)

У статті вивчено та проаналізовано особливості орнітофауни Графського парку, одного з найбільших і найстаріших парків міста Ніжина Чернігівської області, Україна. Вивчення урботериторій, а особливо вивчення динаміки орніто-населення впродовж декількох століть завжди була і є на часі. Дана стаття є узагальненням результатів багаторічних досліджень орнітологами міста Ніжина птахів Графського парку починаючи з 20-х років ХХ ст. і до сьогодні.

Вивчено історію створення Графського парку. Проаналізовано щоденники Всеволода Великаніва, знаного природодослідника початку ХХ ст. Опрацьовано роботи відомої орнітологині, яка досліджувала птахів Чернігівщини разом зі своїми учнями Марисової Інеси Віталіївни. Опрацьовані орнітологічні дані сьогодення. Дослідження птахів проводили в зимовий та гніздовий періоди впродовж 2017-2023 р.р. Обліки здійснювали маршрутним методом.

У результаті багаторічних досліджень у Графському парку було зареєстровано 57 видів птахів, які належать до 10 рядів та 25 родин. Найчисельнішим є ряд Passeriformes – 41 вид, на другому місці – Piciformes – 4 види, далі Columbiformes – 3 види, Falconiformes, Strigiformes – по 2 види, Ciconiiformes, Gruiformes, Charadriiformes, Cuculiformes, Apodiformes – по 1 виду. Найчисельнішою родиною є Muscicapidae – 8 видів.

Розподіл птахів за типом гніздування наступний: у кроні дерев свої гнізда будує 24 види, у дуплах гніздиться 17 видів, на землі – 9 видів, на будівлях людини – 3 види, на воді – 2 види, у приземно-чагарниковому ярусі – 1 вид та 1 вид є гніздовим паразитом. За характером живлення переважають тваринні птахи (30 видів). В результаті дослідження можемо констатувати, що у ХХ та ХХІ ст. були відсутні такі види птахів: бугайчик, балабан, крячок річковий. Якщо порівнювати ХХ та ХІХ ст. між собою то у ХІХ ст. не реєстрували яструба великого, сову сіру, вівчарика весняного. Натомість у ХХІ ст. відмічали серпокрильця чорного, сільську та міську ластівки, плиску білу, сорокопуда тернового, які не траплялися в попередні періоди дослідження.

Ключові слова: орнітофауна, Графський парк, обліки птахів, місце гніздування, характер живлення.

Вступ. Сьогодні спостерігається прискорення темпів антропогенного перетворення довкілля, це спричиняє заміну природних біоценозів штучними – урбоценозами. Більша частина сучасних біотопів є мозаїкою систем, кожна з яких має різний ступінь перетворення. Кожна екосистема має певний антропогенний тиск, який обумовлює структурно-функціональну організацію фауни і флори.

В урболандшафтах спостерігаються закономірні історичні зміни щодо старіння житлових кварталів, типу забудови, віку та структури зелених насаджень, що відповідно призводить до змін складу орнітофауни населених пунктів, екології та поведінки птахів.

Птахи, як обов'язковий компонент тваринного населення міст залучаються до процесів синантропізації та урбанізації, проте закономірності формування орнітокомплексів на урботериторіях досліджені недостатньо і потребують детального вивчення. Зокрема, це стосується міських парків, які завжди у містах є своєрідними рефугіумами дендрофільних орнітокомплексів.

Графський парк або Обідовщина, був у Ніжині найпершим громадським садом, перші відомості про нього датуються початком XVIII ст. В той час, територія сучасного Графського парку була власністю полковника Івана Обідовського, який був племінником українського гетьмана Івана Мазепи.

Згодом цю ділянку землі придбав генеральний суддя Ілля Безбородько. Його брат – Ілля Андрійович Безбородько вирішив побудувати тут навчальний заклад, нині Ніжинський університет імені Миколи Гоголя [2].

Будівельні роботи було розпочато у другій половині XVIII ст., саме тоді місцеве дворянство прагнуло до розкоші та показного блиску. Враховуючи особливості Графського парку, а саме площу у 25 десятин землі, вікові кременні дуби, джерела річки Вир, Ілля Безбородько, за проєктами іноземних фахівців, започаткував парк у англійському стилі. Було висаджено дерева і кущі з різних країн. Посеред парку і сьогодні красується ставок, викопаний вручну кріпаками.

Щонеділі ніжинці мали можливість відпочивати у Графському парку. Досить часто парк відвідував ліцеїст Микола Гоголь. У різні роки у парку відпочивали Є. Гребінка, В. Забіла, М. Гербель, Л. Глібов, Ф. Богушевич та інші відомі ліцеїсти Гімназії вищих наук.

У 1879 р. графиня Є.П. Мусіна-Пушкіна, спадкоємниця князів Безбородьків вирішила передати сад в оренду Ніжинській міській управі. Передбачалося, що оренда триватиме три роки за умови, що міщани зможуть відвідувати парк у вихідні дні. Згодом цю територію подарували місцевій владі [14].

За рішенням № 21 від 28 березня 1964 року Чернігівського облвиконкому Графський парк визнали природоохоронним об'єктом, що має важливе культурне й історичне значення. Міністерство екології та природних ресурсів України (охоронним зобов'язанням № 24/3 – 578 від 26 лютого 2004 р.) передало пам'ятку садово-паркового мистецтва комунальному підприємству «Графський парк».

Графський парку площею 5 га. У парку ростуть понад 100 видів дерев та кущів. Переважають рослини листяних порід: дуб звичайний (*Quercus borealis*), береза бородавчата (*Betula pendula*), липа серцелиста (*Tilia cordata*), клен цукровий (*Acer saccharinum*), клен гостролистий (*Acer platanoides*), тополя чорна (*Populus nigra*).

Особливого шарму парку надають декоративні рослини: сумах (*Rhus typhina*), форзиція зелена (*Forsythia viridissima*) та катальпа бігноєвидна (*Catalpa bignonioides*) [4, 11].

Методи та організація дослідження. Дана стаття є узагальненням результатів багаторічних досліджень орнітологами міста Ніжина птахів Графського парку починаючи з 20-х років XX ст. і до сьогодні.

Крім власних спостережень, які дають змогу вивчити сучасний склад птахів Графського парку, було проаналізовано рукописні щоденники, знаного на теренах України, орнітолога Всеволода Великаніва, який жив у місті Ніжині на початку XX ст. [18].

Цінними є матеріали наукових досліджень, які були проведені під керівництвом професорки кафедри зоології Інеси Марисової та її учнів, на території Графського парку у другій половині ХХ та на початку ХХІ ст. [5, 7, 8, 10].

Щорічне ретельне вивчення орнітонаселення Графського парку проводилося також впродовж 2017 – 2023 рр. До спостережень залучалися студенти біологічних спеціальностей НДУ імені Миколи Гоголя та учні міського та обласного педагогічного ліцеїв міста Ніжина [4, 6]. Крім птахів парку вивчалася рослинність і флора та структура ґрунтового покриву викладачами та студентами НДУ [9, 12], також на основі низки досліджень вивчено питання впровадження STEM освіти у позакласній роботі учнів, зокрема ліцеїстів [17].

Дослідження птахів проводили в зимовий та гніздовий періоди. Обліки здійснювали маршрутним методом [1]. Для визначення птахів використовували визначники [13, 16], систематика та латинські назви вказано за «Анотованим списком українських наукових назв птахів фауни України» [15].

Переважній більшості зоологів добре відоме ім'я Всеволода Великаніва. Швидше за все, він людина досить складної долі. Не зважаючи на складності життя, Великанів спостерігав та ретельно занотовував особливості біології та життєдіяльності низки птахів, ссавців, комах.

Дослідник вивчав тварин Чернігівщини та поруч розташованих районів в період 1920–1930-х років. Впродовж 1923–1930 рр. В. Великанів проживав у місті Ніжині. Працював, можливо, охоронцем у місцевому осередку українського товариства мисливців та рибалок. Великанів був знаним мисливцем, що сприяло успішно здобувати зоологічний матеріал, переважно птахів, які згодом були передані до зоологічних музеїв Ніжина, Києва [3].

В. Великаніва було репресовано радянською владою і заслано до міста Архангельськ із 1930 по 1933 р. Один з листів мешканців Ніжина засвідчує про ці події, знаходиться в архіві. Він і в засланні продовжував проводити орнітологічні спостереження. У його щоденниках «архангельські» записи датуються з 20.12.1930 (обліковано 136 видів птахів) до 2.12.1933 р. Про причини перебування у засланні автор вважає не повідомляти. У 1934 р. Великанов повертається до Ніжина і продовжує свої дослідження. Подальша доля Всеволода Великаніва – невідома, ймовірно був репресований та розстріляний у 1937 р. [3].

Результати досліджень та їх обговорення. Ретельно опрацювавши низку рукописних щоденників Всеволода Великаніва, ми з'ясували, що орнітологи ХХ ст. цікавилися полями, луками, болотами, лісовими масивами, річками за межами населених пунктів, їх приваблювало значне різноманіття фауни. Зважаючи на стрімку урбанізацію, маємо активно вивчати орнітофауну міст.

У щоденниках Великанова є дані про птахів графського саду (така зазначається у щоденниках). 30 квітня 1923 р. у Графському саду Великанів відмічає сіру сову (*Strix aluco*). Даний вид гніздувався тут впродовж усього ХХ ст. Великанів над озером у саду 26 липня 1923 р. фіксує крачку мартишку, так нині називають крячка річкового (*Sterna hirundo*) та сірих мухоловок (*Muscicapa striata*).

У 1924 році дослідником зафіксовані: костогризи (*Coccothraustes coccothraustes*), підкоришники (*Certhia familiaris*), великі синиці (*Parus major*), блакитні синиці (*Parus caeruleus*). У грудні цього ж року зареєстрований у саду балабан (*Falco cherrug*). Даний вид зараз є рідкісним і за весь час багаторічних досліджень у місті Ніжині не фіксувався, навіть під час прольоту.

У 1927 р. Великанівим було здобуто підкоришника, сіру сову, бугайчика (*Ixobrychus minutus*) альбіноса. Всеволода Великаніва по праву вважаємо першим дослідником фауни Графського саду.

За даними багаторічних досліджень у Графському парку зафіксовано 57 видів птахів з 10 родів та 25 родин (табл. 1).

Таблиця 1

Орнітофауна Графського парку

№ п/п		Щоденники Великаніва	XX ст.		2017 – 2023 рр.	
			Зимовий період	Гніздовий період	Зимовий період	Гніздовий період
1	2	3	4	5	6	7
	Ciconiiformes (Пелекоподібні)					
	Ardeidae (Чаплеві)					
1.	<i>Ixobrychus minutus</i> (Linnaeus, 1766) Бугайчик	+	-	-	-	-
	Falconiformes (Соколоподібні)					
	Accipitridae (Яструбові)					
2.	<i>Accipiter gentilis</i> (Linnaeus, 1758) Яструб великий	-	+	-	-	-
	Falconidae (Соколови)					
3.	<i>Falco cherrug</i> Gray, 1834 Балабан	+	-	-	-	-
	Gruiformes (Журавлеподібні)					
	Rallidae (Пастушкові)					
4.	<i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758) Курочка водяна	-	-	+	-	+
	Charadriiformes (Сивкоподібні)					
	Laridae (Мартинові)					
5.	<i>Sterna hirundo</i> Linnaeus, 1758 Крячок річковий	+	-	-	-	-
	Columbiformes (Голубоподібні)					
	Columbidae (Голубові)					
6.	<i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758 Припутень	-	-	+	-	+
7.	<i>Streptopelia decaocto</i> (Frisvaldszky, 1838) Горлиця садова	-	+	+	+	+
8.	<i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758) Горлиця звичайна	-	-	+	-	+
	Cuculiformes (Зозулеподібні)					
	Cuculidae (Зозулеві)					
9.	<i>Cuculus canorus</i> Linnaeus, 1758 Зозуля	-	-	+	-	+
	Strigiformes (Совоподібні)					
	Strigidae (Совові)					
10.	<i>Asio otus</i> (Linnaeus, 1758) Сова вухата	-	+	+	+	+
11.	<i>Strix aluco</i> Linnaeus, 1758 Сова сіра	+	-	+	-	-
	Apodiformes (Серпокрильцеподібні)					
	Apodidae (Серпокрильцеві)					
12.	<i>Arus arus</i> (Linnaeus, 1758) Серпокрилець чорний	-	-	-	-	+

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
	Piciformes (Дятлоподібні)					
	Picidae (Дятлові)					
13.	<i>Jynx torquilla</i> Linnaeus, 1758 Крутиголовка	-	-	+	-	+
14.	<i>Picus canus</i> Gmelin, 1788 Жовна сива	+	+	+	+	+
15.	<i>Dendrocopos major</i> (Linnaeus, 1758) Дятел звичайний	+	+	+	+	+
16.	<i>Dendrocopos syriacus</i> (Hemprich et Ehrenberg, 1833) Дятел сирійський	-	+	+	+	+
	Passeriformes (Горобцеподібні)					
	Hirundinidae (Ластівкові)					
17.	<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758 Ластівка сільська	-	-	-	-	+
18.	<i>Delichon urbica</i> (Linnaeus, 1758) Ластівка міська	-	-	-	-	+
	Motacillidae (Плискові)					
19.	<i>Motacilla alba</i> Linnaeus, 1758 Плиска біла	-	-	-	-	+
	Laniidae (Сорокопудові)					
20.	<i>Lanius collurio</i> Linnaeus, 1758 Сорокопуд терновий	-	-	-	-	+
	Oriolidae (Вивільгові)					
21.	<i>Oriolus oriolus</i> (Linnaeus, 1758) Вивільга	-	-	+	-	+
	Sturnidae (Шпакові)					
22.	<i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758 Шпак звичайний	-	-	+	-	+
	Corvidae (Воронові)					
23.	<i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758) Сойка	-	+	+	+	+
24.	<i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758) Сорока	-	+	+	+	+
25.	<i>Corvus monedula</i> Linnaeus, 1758 Галка	-	+	+	+	+
26.	<i>Corvus frugilegus</i> Linnaeus, 1758 Грак	+	+	+	+	+
27.	<i>Corvus cornix</i> Linnaeus, 1758 Ворона сіра	-	+	+	+	+
28.	<i>Corvus corax</i> Linnaeus, 1758 Крук	-	+	+	+	+
	Sylviidae (Кропив'янкові)					
29.	<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (Linnaeus, 1758) Очеретянка велика	-	-	+	-	+
30.	<i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758) Кропив'янка чорноголова	-	-	+	-	+
31.	<i>Sylvia communis</i> Latham, 1787 Кропив'янка сіра	-	-	+	-	+
32.	<i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758) Вівчарик весняний	-	-	+	-	-
33.	<i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817) Вівчарик ковалик	-	-	+	-	+
34.	<i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein, 1793) Вівчарик жовтобровий	-	-	+	-	+

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
	Muscicapidae (Мухоловкові)					
35.	<i>Ficedula hypoleuca</i> (Pallas, 1764) Мухоловка строката	-	-	+	-	+
36.	<i>Muscicapa striata</i> (Pallas, 1764) Мухоловка сіра	+	-	+	-	+
37.	<i>Phoenicurus ochruros</i> (S. G. Gmelin, 1774) Горихвістка чорна	-	-	+	-	+
38.	<i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758) Вільшанка	-	-	+	-	+
39.	<i>Luscinia luscinia</i> (Linnaeus, 1758) Соловейко східний	-	-	+	-	+
40.	<i>Turdus pilaris</i> Linnaeus, 1758 Чикотень	-	-	+	+	+
41.	<i>Turdus merula</i> Linnaeus, 1758 Дрізд чорний	-	+	+	+	+
42.	<i>Turdus philomelos</i> C.L. Brehm, 1831 Дрізд співочий	-	-	+	-	+
	Aegithalidae (Довгохвостосиницеві)					
43.	<i>Aegithalos caudatus</i> (Linnaeus, 1758) Синиця довгохвоста	-	+	-	+	+
	Paridae (Синицеві)					
44.	<i>Parus caeruleus</i> Linnaeus, 1758 Синиця блакитна	+	+	+	+	+
45.	<i>Parus major</i> Linnaeus, 1758 Синиця велика	+	+	+	+	+
	Sittidae (Повзикові)					
46.	<i>Sitta europaea</i> Linnaeus, 1758 Повзик	-	+	+	+	+
	Certhiidae (Підкоришникові)					
47.	<i>Certhia familiaris</i> Linnaeus, 1758 Підкоришник	+	+	+	+	+
	Passeridae (Горобцеві)					
48.	<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758) Горобець хатній	-	-	+	+	+
49.	<i>Passer montanus</i> (Linnaeus, 1758) Горобець польовий	-	+	+	+	+
	Fringillidae (В'юркові)					
50.	<i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758 Зяблик	-	-	+	-	+
51.	<i>Chloris chloris</i> (Linnaeus, 1758) Зеленяк	-	-	+	-	+
52.	<i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758) Щиглик	-	-	+	-	+
53.	<i>Acanthis cannabina</i> (Linnaeus, 1758) Коноплянка	-	-	+	-	+
54.	<i>Pyrrhula pyrrhula</i> (Linnaeus, 1758) Снігур	+	+	-	+	-
55.	<i>Coccothraustes coccothraustes</i> (Linnaeus, 1758) Костогриз	+	-	+	-	+
	Emberizidae (Вівсянкові)					
56.	<i>Emberiza calandra</i> Linnaeus, 1758 Просянка	-	-	-	-	+
57.	<i>Emberiza citrinella</i> Linnaeus, 1758 Вівсянка звичайна	-	-	+	-	+

Найчисельніший ряд *Passeriforme* – 41 вид (71,9 %), ряд *Piciformes* представлений 4 видами (7,0 %), *Columbidae* – 3 види (5,1 %), *Falconiforme*, *Strigiformes* – по 2 види (по 3,5 %), *Ciconiiformes*, *Gruiformes*, *Charadriiformes*, *Cuculiformes*, *Apodiformes* – по 1 виду (по 1,8 %) (рис. 1).

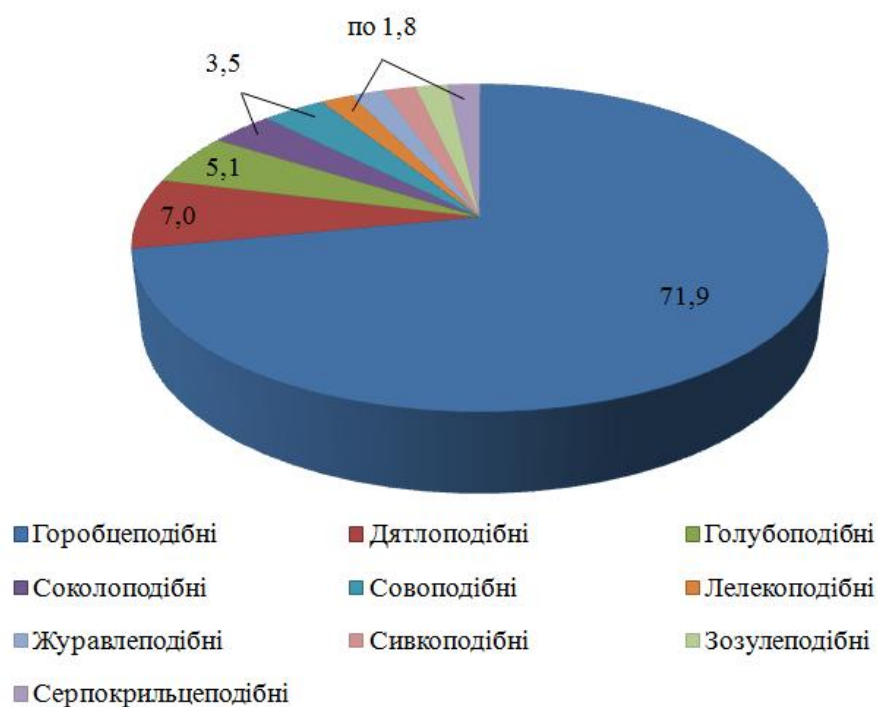


Рис. 1. Розподіл птахів за рядами (%)

Родина *Muscicapidae* включає 8 видів (14,0 %), *Corvidae*, *Sylviidae*, *Fringillidae* – по 6 видів (по 10,4 %), *Picidae* – 4 види (7,0 %), *Columbidae* – 3 види (5,1 %), *Strigidae*, *Hirundinidae*, *Paridae*, *Passeridae*, *Emberizidae* – по 2 види (по 3,5 %), *Ardeidae*, *Accipitridae*, *Falconidae*, *Rallidae*, *Laridae*, *Cuculidae*, *Apodidae*, *Motacillidae*, *Laniidae*, *Oriolidae*, *Sturnidae*, *Aegithalidae*, *Sittidae*, *Certhiidae* – по 1 виду (по 1,8 %) (рис. 2).

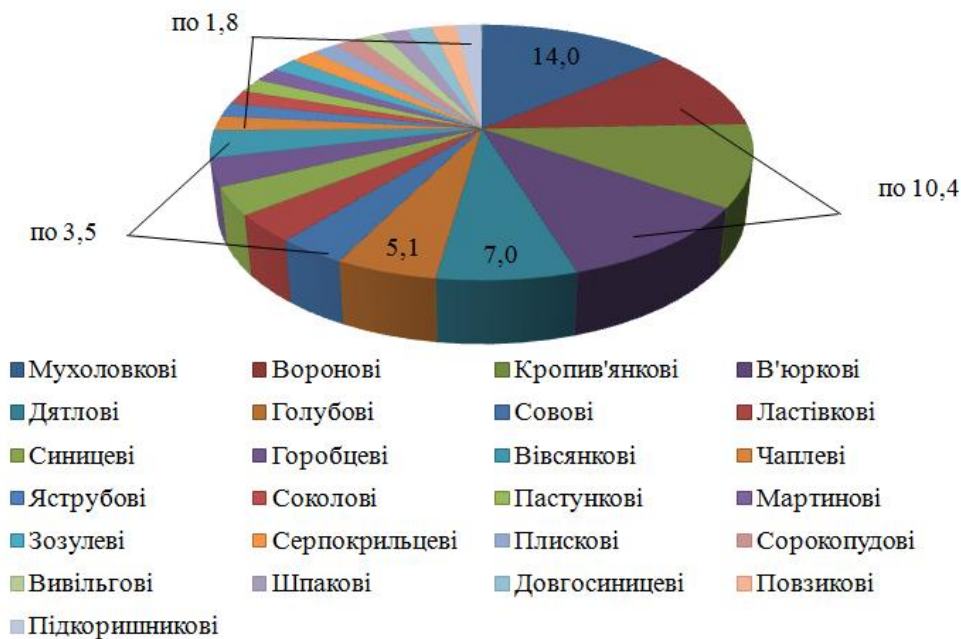


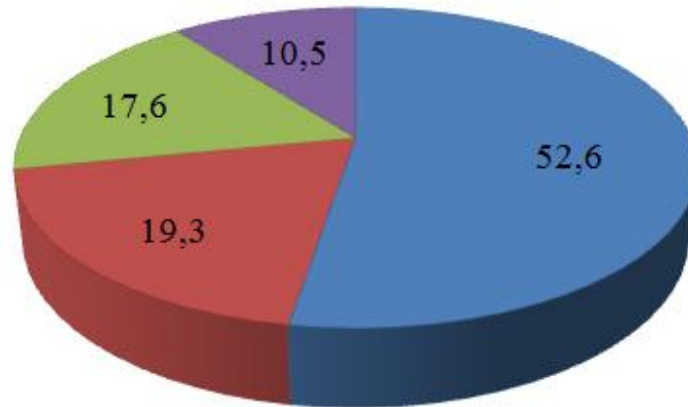
Рис. 2. Розподіл птахів за родинами (%)

За місцем гніздування (рис. 3) переважають кронники – 24 види (42,1 %), дуплогніздників – 17 видів (29,8 %), наземногніздних – 9 видів (15,8 %), на будівлях людини гніздиться 3 види (5,2 %), на воді – 2 види (3,5 %), у приземно-чагарниковому ярусі та гніздовим паразитом – по 1 виду (по 1,8 %).



Рис. 3. Розподіл птахів за місцем гніздування (%)

За характером живлення птахи розподілилися таким чином (рис. 4). Твариноїдними є 30 видів (52,6 %), змішаний тип живлення мають 11 видів (19,3 %), рослинноїдними – 10 видів (17,6 %), та всеїдними – 6 видів (10,5 %).



■ Твариноїдний ■ Змішаний ■ Рослиноїдний ■ Всеїдний

Рис. 4. Розподіл птахів за характером живлення (%)

Крім того, восени на озері парку спостерігали чепуру велику (*Egretta alba*).

Висновки. В ході тривалих орнітологічних досліджень, починаючи з 20 років ХХ ст., у Графському парку міста Ніжина відмічено 57 видів гніздових та зимуючих птахів, які належать до 10 рядів та 25 родин. Найчисельнішими є ряд *Passeriformes* та родина *Muscicapidae*. За типом гніздування домінують кронники (24 види). За характером живлення – твариноїдні птахи (30 видів).

Варто зазначити, що у ХХ та ХХІ ст. були відсутні такі види птахів: бугайчик, балабан, крячок річковий. Якщо порівнювати ХХ та ХІХ ст. між собою то у ХІХ ст. не реєстрували яструба великого, сову сіру, вівчарика весняного. Натомість у ХХІ ст. відмічали серпокрильця чорного, сільську та міську ластівки, плиску білу, сорокопуда тернового, які не траплялися в попередні періоди дослідження. Це свідчить про те, що під постійно зростаючим антропогенним впливом орнітофауна Графського парку зазнає низки змін, а проведення моніторингових досліджень були і лишуються на часі.

Література

1. Bibby C.J., Hill D. Bird Census techniques. London, 1992. 257 p.
2. Графський парк або інформація для роздумів пересічним ніжинцям. URL: <https://www.nezhatin.com.ua/new>
3. Загороднюк І. Всеволод Великанів – дослідник фауни України 1920-1930-х років: біографія, колекції, публікації. Вісник Національного науково-природничого музею. 2013. № 11. С. 115–134.
4. Кузьменко Л., Лобань Л., Ручка О. «Графський парк» міста Ніжина: минуле та сучасність. The 19 th International scientific and practical conference «Scientific bases of solving of the modern tasks» (1-2 June, 2020). Frankfurt am Main, Germany 2020. С. 253–256.
5. Кузьменко Л.П. Гніздова орнітофауна м. Ніжина. Вестник зоології. Київ, 1999. 33, № 4-5. С. 107–114.
6. Кузьменко Л.П., Каменська Ю.С. Вивчення орнітофауни Графського парку міста Ніжина. X Міжнародна заочна науково-практична конференція «Актуальні питання біологічної науки»: збірник статей. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2024. С. 46–48.
7. Кузьменко Л.П., Марисова І.В. Орнітонаселення Графського парку Ніжинського педуніверситету. Природничі науки на межі століть (до 70-річчя природничо-географічного факультету НДПУ): матеріали науково-практичної конф. Ніжин, 2004. С. 54–55.
8. Кузьменко Л.П., Ніцук І.О. Зміни орнітонаселення Графського парку м. Ніжина у зв'язку з реконструкцією. Проблеми екології та екологічної освіти: матеріали VIII міжнар. наук.-практ. конф. Кривий Ріг: Видавничий дім, 2009. С. 82–84.

9. Кузьменко Л.П., Шовкун Т.М. Історія та особливості ґрунтового покриву Графського парку. The XXI th International scientific and practical conference «*Current trends in the development of science and practice*» (15-16 June, 2020). Haifa, Israel, 2020. С. 147–150.
10. Кузьменко Л.П. Орнітофауна антропогенних екосистем північного Лівобережжя України (на прикладі Чернігівської області): дис. ... кандидата біол. наук: 03.00.08. Ніжин, 2000. 173 с.
11. Лисенко Г. М. та ін. Путівник по екологічній стежині «Графський парк». Ніжин: НДПІ, 1998. 36 с.
12. Лобань Л.О., Кузьменко Л.П. «Графський парк» як територія для екологічного виховання школярів м. Ніжин. // *Всеукраїнські науково-практичні читання пам'яті І.І. Гордієнка*. Ніжин, 25-26 жовтня 2022. С. 67–71.
13. Марисова І.В. Талпош В.С. Птахи України. Польовий визначник. Київ: Вища школа, 1984. 184 с.
14. Повернення в Ніжин (комплекс документів з епістолярію І.Г. Спаського) підготовка до друку та передне слово Наталії Дмитренко (Ніжин), коментарі Сергія Зозулі (Київ-Ніжин). С. 164–170. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/wiki/Графський_парк
15. Фесенко Г.В. Анований список українських наукових назв птахів фауни України (з характеристикою статусу видів). Київ-Львів, 2007. 111 с.
16. Фесенко Г.В., Бокотей А.А. Птахи фауни України: польовий визначник. Київ, 2002. 416 с.
17. Шовкун Т.М., Коваленко С.О., Лобань Л.О., Кузьменко Л.П. Особливості впровадження STEM освіти в позакласній роботі учнів. *Наукові записки. Серія «Психолого-педагогічні науки»*. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2023, № 1. С. 79–85.
18. Щоденники Всеволода Великаніва: посібник для самостійної роботи студентів / уклад. Кузьменко Л.П. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 183 с.

References

1. Bibby C.J., Hill D. (1992). Bird Census techniques. London.
2. Hrafskyi park abo informatsiia dlia rozdumiv peresichnym nizhyntsiam. URL: <https://www.nezhatin.com.ua/new>
3. Zahorodniuk I. (2013). Vsevolod Velykaniv – doslidnyk fauny Ukrainy 1920-1930-kh rokiv: biohrafia, kolektsii, publikatsii. [Vsevolod Velikaniv – researcher of the fauna of Ukraine in the 1920-1930: biography, collections, publications]. *Visnyk Natsionalnoho naukovopryrodnychoho muzeiu*. 11. 115–134. [in Ukrainian].
4. Kuzmenko L., Loban L., Ruchka O. (2020). «Hrafskyi park» mista Nizhyna: mynule ta suchasnist. [“Grafsky Park” of the city of Nizhyn: past and present]. *The 19 th International scientific and practical conference «Scientific bases of solving of the modern tasks»*. Frankfurt am Main, Germany [in Ukrainian].
5. Kuzmenko L.P. (1999). Hnizdova ornitofauna m. Nizhyna. [Nesting avifauna of Nizhin]. *Vestnyk zoologiyi*. Kyiv. 4-5 [in Ukrainian].
6. Kuzmenko L.P., Kamenska Yu.S. (2024). Vyvchennia ornitofauny Hrafskoho parku mista Nizhyna. [Study of the avifauna of the Grafsky Park of the city of Nizhyn]. *X Mizhnarodna zaochna naukovopraktychna konferentsiia «Aktualni pytannia biolohichnoi nauky»*. Nizhyn [in Ukrainian].
7. Kuzmenko L.P., Marysova I.V. (2004). Ornitonaselennia Hrafskoho parku Nizhynskoho peduniversitytetu. [Bird population of the Grafsky Park of the Nizhyn University of Pedagogy]. *Pryrodnychi nauky na mezhi stolit (do 70-richchia pryrodnycho-heohrafichnoho fakultetu NDPU): materialy naukovopraktychnoi konf.* Nizhyn [in Ukrainian].
8. Kuzmenko L.P., Nitsuk I.O. (2009). Zminy ornitonaselennia Hrafskoho parku m. Nizhyna u zviazku z rekonstruktsiieiu. [Changes in the bird population of the Grafsky Park in the city of Nizhyn in connection with the reconstruction]. *Problemy ekolohii ta ekolohichnoi osvity: materialy VIII mizhnar. nauk.-prakt. konf.* Kryvyi Rih [in Ukrainian].
9. Kuzmenko L.P., Shovkun T.M. (2020). Istoriiia ta osoblyvosti gruntovoho pokryvu Hrafskoho parku. [History and features of the soil cover of the Grafsky Park]. *The XXI th*

International scientific and practical conference «Current trends in the development of science and practice». Haifa, Israel [in Ukrainian].

10. Kuzmenko L.P. (2000). Ornitofauna antropohennykh ekosystem pivnichnoho Livoberezhzhia Ukrainy (na prykladi Chernihivskoi oblasti): dys. ... kandydata biol. nauk: 03.00.08. Nizhyn [in Ukrainian].

11. Lysenko H. M. ta in. Putivnyk po ekolohichnii stezhyni «Hrafskyi park». [Guide to the ecological trail "Grafsky Park"]. Nizhyn. [in Ukrainian].

12. Loban L.O., Kuzmenko L.P. (2022). «Hrafskyi park» yak terytoria dlia ekolohichnoho vykhovannia shkolariv m. Nizhyn. ["Grafsky Park" as an area for ecological education of Nizhyn schoolchildren]. II Vseukrainski naukovo-praktychni chytannia pamiaty I.I. Hordiienka. Nizhyn [in Ukrainian].

13. Marysova I.V. Talposh V.S. (1984). Ptakhy Ukrainy. Polovyi vyznachnyk. [Birds of Ukraine. Field marker]. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].

14. Povernennia v Nizhyn (kompleks dokumentiv z epistoliaruu I.H. Spaskoho) pidhotovka do druku ta perednie slovo Natalii Dmytrenko (Nizhyn), komentari Serhiia Zozuli (Kyiv-Nizhyn). URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/wiki/Графський_парк [in Ukrainian].

15. Fesenko H.V. (2007). Anotovanyi spysok ukrainskykh naukovykh nazv ptakhiv fauny Ukrainy (z kharakterystykoiu statusu vydiv). [An annotated list of Ukrainian scientific names of birds of the fauna of Ukraine (with characteristics of species status)]. Kyiv-Lviv [in Ukrainian].

16. Fesenko H.V., Bokotei A.A. (2002). Ptakhy fauny Ukrainy: polovyi vyznachnyk. [Birds of the fauna of Ukraine: a field guide]. Kyiv [in Ukrainian].

17. Shovkun T.M., Kovalenko S.O., Loban L.O., Kuzmenko L.P. (2023). Osoblyvosti vprovadzhennia STEM osvity v pozaklasnii roboti uchniv. [Peculiarities of implementing STEM education in students' extracurricular work]. *Naukovi zapysky*. Nizhyn [in Ukrainian].

18. Shchodennyky Vsevoloda Velykaniva. (2017). uklad. Kuzmenko L.P. [Diaries of Vsevolod Velikaniv]. *Posibnyk dlia samostiinoi roboty studentiv*. Nizhyn [in Ukrainian].

Kuzmenko L.

candidate of biological sciences, associate professor
Associate Professor of the Biology Department
Mykola Gogol Nizhyn State University
kuzmenko.lp2017@gmail.com
orcid.org/0009-0003-7725-6514

AVIFAUNA OF THE GRAFSKY PARK OF NIZHYN TOWN (CHERNIHIV REGION, UKRAINE)

The article studied and analyzed the features of the avifauna of Grafsky Park, one of the largest and oldest parks of Nizhyn, Chernihiv Region, Ukraine. The study of urban territories, and especially the study of bird population dynamics over several centuries, has always been and is timely. This article is a generalization of the results of many years of research by ornithologists of Nizhyn of the birds of Grafsky Park from the 20s of the 20th century and until today.

The history of Grafsky Park creation was studied. The diaries of Vsevolod Velikaniv, a well-known naturalist at the beginning of the 20th century, were analyzed. The works of the well-known ornithologist, who studied the birds of Chernihiv region together with her students Marisova Inesa Vitaliyivna, were elaborated. Ornithological data of today were processed.

Research on birds was carried out in winter and nesting periods during 2017-2023. Accounting was carried out by route method.

As a result of many years of research, 57 species of birds belonging to 10 orders and 25 families were registered in Grafsky Park. The most numerous is the order of Passeriformes – 41 species, in the second place – Piciformes – 4 species, then Columbidae – 3 species, Falconiformes, Strigiformes – 2 species each, Ciconiiformes, Gruiformes, Charadriiformes, Cuculiformes, Apodiformes – 1 species each. The most numerous family is Muscicapidae – 8 species.

The classification of birds by nesting type is as follows: 24 species build their nests in tree crowns, 17 species nest in hollows, 9 species on the ground, 3 species on human buildings, 2 species on water, 1 species in the ground-shrub layer and 1 species is a nest parasite. In terms of nutrition, carnivorous birds (30 species) predominate.

As a result of the research, we can state that in the 20th and 21st centuries the following types of birds were absent: buzzard, falcon cherrug, tern. If to compare the 20th and 19th centuries, in the 19th century the great hawk, the gray owl, and the spring shepherd's owl were not registered. Instead, in the 21st century black shrike, country and city swallows, white wagtail, thorny magpie, which did not occur in the previous periods of the study, were noted.

Key words: avifauna, Graftsky Park, bird records, nesting place, nature of nutrition.

**Стаття до редакції надійшла 10.06.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 25.06.2024 року**

БІОХІМІЯ

УДК 612.1

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-42-51

Іваницька Ю.

здобувачка третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,
II курс, спеціальність 091 Біологія та біохімія
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
ivanytska98@gmail.com
orcid.org/ 0000-0001-8860-1254

**ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ЛЕЙКОЦИТАРНИХ ГІСТОГРАМ ДЛЯ АНАЛІЗУ
ГЕМАТОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КРОВІ ЛЮДИНИ
ПРИ COVID-19**

У статті обґрунтовано актуальність застосування загальної та специфічної лабораторної діагностики для виявлення впливу на організм людини коронавірусної інфекції Covid-19. Описано доцільність мети обраного дослідження для розв'язання невирішених раніше завдань загальної проблематики: знаходження додаткових гематологічних маркерів на основі гістограм, що надають допоміжну інформацію про наявність у пацієнтів захворювання на коронавірусну інфекцію Covid-19, за умови, що рівень лейкоцитів WBC, лімфоцитів LYM, моноцитів MON, гранулоцитів GRA знаходяться в межах референтних значень, наближені до їх нижньої межі або менші за референтні значення. Подано у порівнянні з референтними показниками середні гематологічні значення для контрольної групи (45 осіб), які не мають скарг на стан здоров'я та не хворіли на Covid-19, та досліджуваної групи (45 осіб), для яких клінічно було встановлено діагноз «коронавірусна інфекція Covid-19 (середній ступінь тяжкості)», та які не мали супутніх захворювань. Представлено результати, одержані на основі використання автоматичного аналізатора BC-6000 MINDRAY на базі лабораторії Комунального Підприємства «Олександрівська клінічна лікарня міста Києва». Для значної частини хворих (38 %), у яких гематологічні показники не узгоджувалися із основними гематологічними маркерами, що визначають Covid-19, на основі лейкоцитарних гістограм WBC обрано додаткові гематологічні маркери: наявність аномальної кривої перед нижнім WBC дискримінатором (існування тромбоцитарних згустків); збільшення ділянки гістограми як за концентрацією частинок, так і за областю розподілу, що відповідає нейтрофілам (нейтрофілія); відсутність максимуму розподілу для області, що відображає розподіл моноцитів, базофілів, еозинофілів. Продемонстровано, що запропонований напрям дослідження є перспективним, оскільки передбачає комплексний аналіз еритроцитарної (RBC), тромбоцитарної (PLT), лейкоцитарної (WBC) гістограм для пояснення процесів, які відбуваються в організмі людини під час мієлопоезу та лімфопоезу під впливом коронавірусної інфекції Covid-19 на різних етапах захворювання.

***Ключові слова:** коронавірусна інфекція COVID-19, лейкоцитарні гістограми, додаткові гематологічні маркери.*

Вступ. Запобігання поширенню вірусних інфекцій є одним із важливих напрямків охорони здоров'я, що набуло особливої актуальності під час пандемії коронавірусної інфекції Covid-19 та воєнного стану в Україні. Коронавірусна інфекція є однією з проблем сучасності, оскільки вважається непередбачуваною, здатною викликати надзвичайні епідемічні ситуації, які в умовах війни можуть мати катастрофічні наслідки. Коронавірусна інфекція Covid-19 є причиною захворювання не лише органів дихання, а й серцево-судинної системи.

Проблемі впливу коронавірусної інфекції на організм людини, біохімічних процесів, які при цьому відбуваються, присвячена значна кількість наукових досліджень. Лабораторну діагностику Covid-19 сучасні автори [7, с.279] розглядають як загальну (клінічний аналіз крові з визначенням рівня еритроцитів, гематокриту, лейкоцитів, тромбоцитів, лейкоцитарної формули; біохімічний аналіз крові з визначенням сечовини, креатиніну, електролітами, печінковими ферментами, білірубінном, глюкозою та альбуміном) та специфічну (виявлення РНК 2019 nCoV методом полімеразної ланцюгової реакції). Для пацієнтів із COVID-19, згідно наукових досліджень [7, с.279], характерними є лейкопенія чи лейкоцитоз, лімфопенія, тромбоцитопенія, підвищена активність аланін- та аспартатамінотрансфераз, високе нейтрофільно-лімфоцитарне співвідношення. Метод імуноферментного аналізу (ІФА), за результатами досліджень авторів [11], визначає імуноглобуліни двох типів: IgM (його наявність вказує на гострий процес захворювання) та IgG (вказує на те, що людина була інфікована, виробилися антитіла до цього захворювання). Зазначені методи мають ряд переваг: ІФА тести з високою чутливістю та специфічністю виявляють у сироватці, плазмі крові маркери інфекції; є інформативними для різних періодів захворювання – під час його розвитку (7 – 12 днів), для піку захворювання (12 – 18 днів), спаду захворювання (18 – 30 днів), одужання, формування імунної пам'яті. Зазначені методи переважно спрямовані на виявлення коронавірусної інфекції Covid-19 з метою організації лікування та запобігання її поширенню. Згідно з сучасними дослідженнями [10, с.74] на основі результатів, одержаних для гематологічних показників, можна охарактеризувати ступінь запального процесу в організмі, але з урахуванням складних механізмів імунної відповіді організму на коронавірусну інфекцію COVID-19 та спираючись на розрахункові індекси запальних процесів. Відповідно автори [10, с.74] акцентують увагу на таких індексах запальних процесів, розрахованих на основі показників загального аналізу крові та передбачають обчислення співвідношення: абсолютної кількості нейтрофілів і лімфоцитів (NLR), тромбоцитів і лімфоцитів (PLR), моноцитів і лімфоцитів (MLR) тощо. Однак питання щодо визначення додаткових гематологічних маркерів, які можуть надати спеціалістам клінічних лабораторій допоміжну інформацію про наявність у людини захворювання на коронавірусну інфекцію Covid-19 та виявити її на ранніх стадіях, залишаються ще недостатньо вивченими.

Метою дослідження є виявлення додаткових гематологічних маркерів на основі гістограм, що надають допоміжну інформацію про наявність у пацієнтів захворювання на коронавірусну інфекцію Covid-19.

Методи та організація дослідження. Об'єктом дослідження є параметри крові людини, після впливу на її організм коронавірусної інфекції Covid-19, серед яких рівень: лейкоцитів (WBC), лімфоцитів (LYM), моноцитів (MON), гранулоцитів (GRA). Для вивчення вказаних параметрів було обрано метод лейкоцитарних гістограм, що відображає розподіл лейкоцитів WBC, одержаних на основі використання автоматичного аналізатора BC-6000 MINDRAY, для яких по осі абсцис одиницями вимірювання є відстань або довжина (у фл), по осі ординат – значення частоти, тобто кількості клітин крові (у %) відповідно до їх розмірів. Лабораторна діагностика була проведена на базі Комунального Підприємства (КП) «Олександрівська клінічна лікарня міста Києва». Для визначення кількості досліджуваних, тобто для встановлення об'єму вибірки, були використані основи математичної статистики: кількість осіб, яких треба

обстежити, щоб з імовірністю $p=0,95$ можна було стверджувати, що похибки результатів дослідження не перевищують 5% ($p=0,05$), знаходили за формулою:

$$n = \frac{t^2 pq}{\varepsilon^2}$$

де $p=q=0,05$; $t=0,95$. Відповідно було обчислено об'єм вибірки:

$$n = \frac{0,95^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{0,05^2} = 90$$

Згідно з вибіркою була сформована група із 90 осіб (чоловіків, віком від 17 до 24 років): 45 осіб контрольної групи (КГ) та 45 осіб, за їх письмовою згодою, досліджуваної групи (ДГ). При формуванні складу КГ і ДГ враховані наступні критерії: члени груп не мали хронічних захворювань серцево-судинної системи, шкідливих звичок, попередніх щеплень вакциною проти Covid-19. До складу КГ було обрано студентів Національного медичного університету імені О. О. Богомольця (м. Київ), які не хворіли на Covid-19 та не мали скарг на стан здоров'я. До складу ДГ були обрані пацієнти, які перебували на стаціонарному лікуванні пневмонії у пульмонологічному відділенні КП «Олександрівська клінічна лікарня міста Києва», для яких було клінічно встановлено діагноз «коронавірусна інфекція Covid-19 (середній ступінь тяжкості)», та які не мали супутніх захворювань. Дослідження проводилось у відповідності до Конвенції Ради Європи «Про захист прав людини і людської гідності в зв'язку з застосуванням досягнень біології та медицини: Конвенція про права людини та біомедицину (ETS № 164)» від 04.04.1997 р., і Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (2008 р.).

Результати досліджень та їх обговорення. Аналізатор BC-6000 MINDRAY дозволяє не лише автоматично визначати для досліджуваних зразків крові рівень WBC, LYM, MON, GRA, а й вказує діапазони референтних значень для кожного з параметрів, роздруковує лейкоцитарну гістограму, яка є додатковим джерелом одержання інформації щодо стану крові людини після впливу на організм коронавірусної інфекції Covid-19. Відповідно її аналіз має важливе значення та потребує врахування ряду особливостей для зменшення похибок у формулюванні висновків. Лейкоцитарна гістограма має такі дискримінатори: нижній дискримінатор (Lower Discriminator або LD) гнучкий (від 30 до 60 фл); верхній дискримінатор (Upper Discriminator або UD) є фіксованим (300 фл). У нормі лейкоцитарна крива має знаходитися в області між LD та UD. Кількість частинок крові між цими двома дискримінаторами є загальною кількістю лейкоцитів.

Перша особливість інтерпретації лейкоцитарної гістограми полягає в тому, що нормальні гістограми WBC (рис. 1) складаються з двох плато, що знаходяться в межах між 78 і 114 фл (T1) та <150 фл (T2).

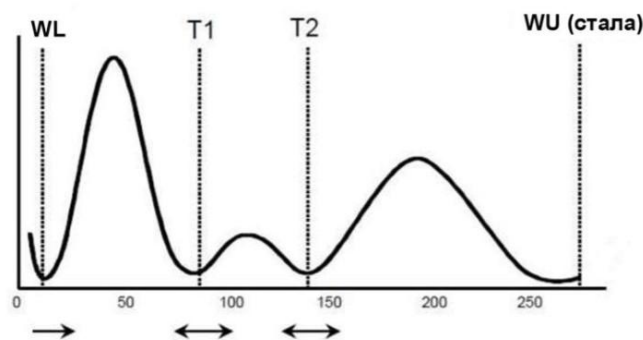


Рис. 1. Діапазони значень для лейкоцитарної гістограми

Джерело: <https://ppt-online.org/336574>

Друга особливість інтерпретації лейкоцитарної гістограми полягає в тому, що згідно досліджень авторів [13, с.489] плато поділяють популяції WBC на 3 групи, які враховують розміри частинок крові. Область від нижнього дискримінатора до T1 (рис.2) є невеликою популяцією клітин, тобто лімфоцитів, об'єм яких коливається від 35 до 90 фл.

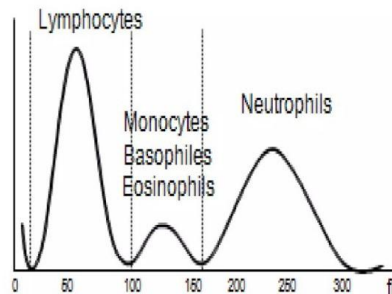


Рис. 2. Розподіл клітин крові у відповідності до діапазонів значень
Джерело: <http://surl.li/ubnwf>

Область між піком T1 і T2, що коливається в межах від 90 до 160 фл, відображає популяцію еозинофілів (80 – 140 фл), базофілів (70 – 130 фл), моноцитів (60 – 120 фл). Область між T2 та верхнім дискримінатором відповідає розподілу нейтрофілів (120 – 250 фл). За результатами досліджень авторів [14] велика клітинна область від 150 до 400 фл відображає розподіл гранулоцитів.

Третя особливість інтерпретації лейкоцитарної гістограми: необхідність врахування початку та закінчення лейкоцитарної гістограми по відношенню до базисної лінії. Відхилення від верхньої межі WBC дискримінатора (крива не закінчується на базисній лінії) відповідає агрегації лейкоцитів, високій кількості лейкоцитів. Зазначені відхилення у розміщенні лейкоцитарної гістограми є підставою для повторної перевірки дослідного зразка. Відповідно аналіз лейкоцитарних гістограм, одержаних для членів КГ та ДГ, потребує врахування вищевказаних особливостей їх інтерпретації.

Зазначимо, що результати, одержані для членів КГ на основі застосування автоматичного аналізатору BC-6000 MINDRAY, знаходились в межах референтних значень (таблиця 1).

Таблиця 1

Гематологічні показники крові осіб контрольної групи

Показник / одиниці вимірювання	Середні значення	Референтні значення
WBC ($10^3 / \text{мм}^3$)	$7,21 \pm 0,21$	$(4-10) \cdot 10^3 / \text{мм}^3$
LYM ($10^3 / \text{мм}^3$)	$3,75 \pm 0,16$	$(1,5-4,0) \cdot 10^3 / \text{мм}^3$
LYM (%)	$23,21 \pm 0,98$	(20-40)%
MON ($10^3 / \text{мм}^3$)	$0,824 \pm 0,01$	$(0,3-1,0) \cdot 10^3 / \text{мм}^3$
MON (%)	$7,45 \pm 0,24$	(3-10)%
GRA ($10^3 / \text{мм}^3$)	$5,32 \pm 0,32$	$(2,4-7,6) \cdot 10^3 / \text{мм}^3$
GRA (%)	$57,11 \pm 0,18$	(43,6-73,4)%

Проаналізуємо результати, одержані для членів ДГ (таблиця 2).

Таблиця 2

Динаміка гематологічних показників крові при Covid-19 для пацієнтів ДГ

Показник / одиниці вимірювання	Середні значення на початку захворювання	Середні значення на 7-му добу	Референтні значення
WBC ($10^3 / \text{мм}^3$)	$12,94 \pm 0,56$	$8,01 \pm 0,42$	$(4-10) \cdot 10^3 / \text{мм}^3$
LYM ($10^3 / \text{мм}^3$)	$1,23 \pm 0,08$	$2,54 \pm 0,08$	$(1,5-4,0) \cdot 10^3 / \text{мм}^3$
LYM (%)	$8,91 \pm 0,35$	$14,13 \pm 0,76$	(20-40) %
MON ($10^3 / \text{мм}^3$)	$1,49 \pm 0,07$	$0,82 \pm 0,04$	$(0,3-1,0) \cdot 10^3 / \text{мм}^3$
MON (%)	$10,80 \pm 0,06$	$9,40 \pm 0,39$	(3-10) %
GRA ($10^3 / \text{мм}^3$)	$11,11 \pm 0,58$	$6,15 \pm 0,21$	$(2,4-7,6) \cdot 10^3 / \text{мм}^3$
GRA (%)	$80,30 \pm 4,63$	$72,41 \pm 3,17$	(43,6-73,4) %

Результати у таблиці 2 узгоджуються із значеннями, одержаними нами попередньо для членів ДГ хворих на Covid-19 на початку захворювання [3; с.119-124]: збільшення рівня лейкоцитів WBC, гранулоцитів GRA та зменшення рівня лімфоцитів LYM порівняно з референтними значеннями. Аналіз результатів у пацієнтів ДГ, одержаних в динаміці (через 7 днів від початку захворювання) дозволив стверджувати, що спостерігається зменшення рівня лейкоцитів WBC, збільшення рівня лімфоцитів LYM, моноцитів MON порівняно із показниками на початку інфекційного захворювання. Згідно досліджень [1, с. 46-51] критерієм сприятливого перебігу захворювання у госпіталізованих пацієнтів є наростання кількості лімфоцитів, моноцитів і тромбоцитів у динаміці та відсутність лейкоцитозу. Відповідно результати, одержані для ДГ, свідчать про позитивну динаміку у лікуванні хворих на Covid-19.

Слід зазначити, що під час аналізу гематологічних показників у пацієнтів ДГ, серед значної їх частини (38 %), яким клінічно лікарями було встановлено діагноз «Коронавірусна інфекція Covid-19 середнього ступеня тяжкості», спостерігалася наступна тенденція: на початку лікування рівень лейкоцитів WBC, лімфоцитів LYM, моноцитів MON, гранулоцитів GRA знаходилися переважно в межах референтних значень, були наближені до нижньої межі референтних значень або менші за референтні значення. Для пояснення одержаних результатів використаємо метод лейкоцитарних гістограм для найбільш типових показників серед зазначеної «групи ризику» (рис. 3, рис. 4, рис. 5, рис. 6, рис. 7), для яких одержані значення можуть стати причиною хибного висновку: відсутність інфекційного захворювання Covid-19.

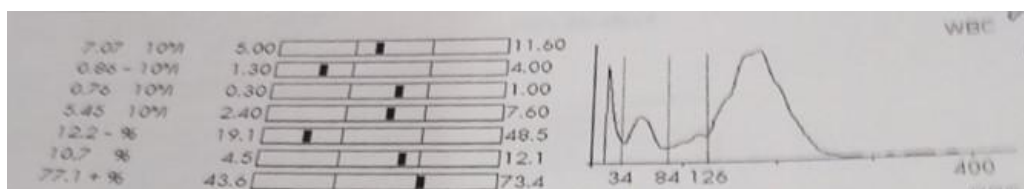


Рис. 3. Лейкоцитарна гістограма гематологічних показників хворого № 1 на початку захворювання

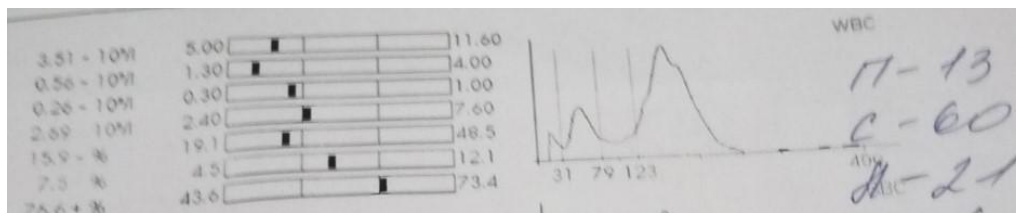


Рис. 4. Лейкоцитарна гістограма гематологічних показників хворого № 2 на початку захворювання

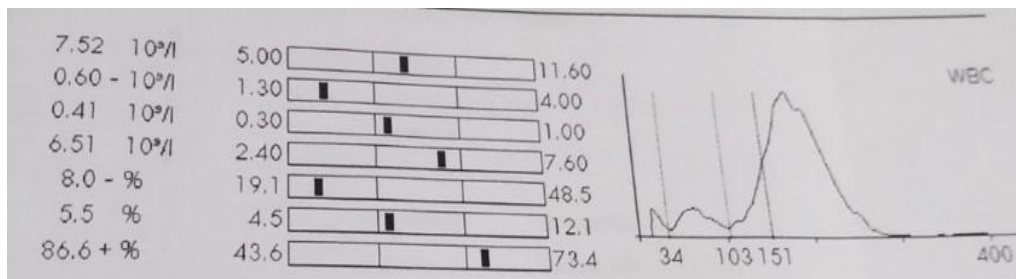


Рис. 5. Лейкоцитарна гістограма гематологічних показників хворого № 3 на початку захворювання

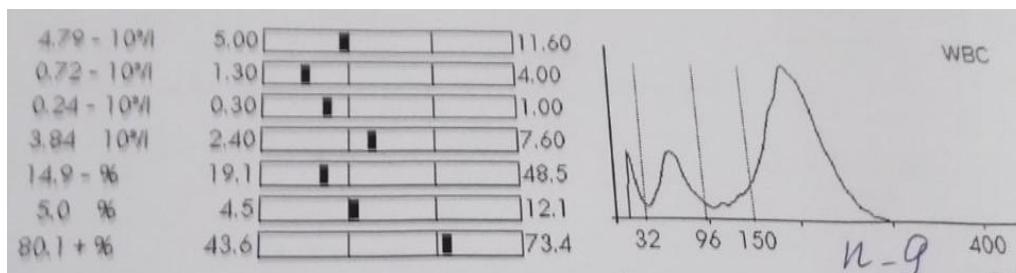


Рис. 6. Лейкоцитарна гістограма гематологічних показників хворого № 4 на початку захворювання

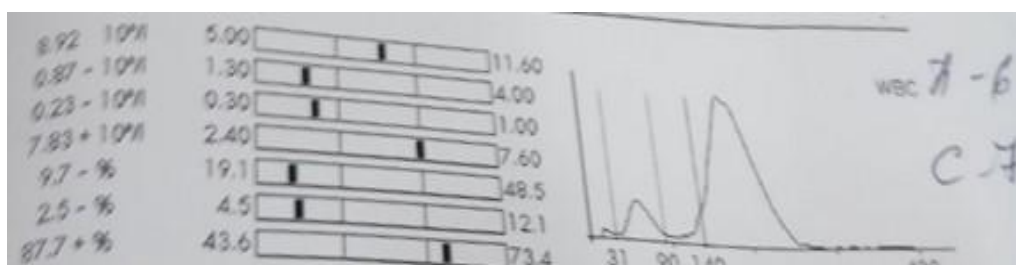


Рис. 7. Лейкоцитарна гістограма гематологічних показників хворого № 5 на початку захворювання

Зазначимо, що автоматичний аналізатор BC-6000 MINDRAY роздруковує поруч із одержаними значеннями гематологічних показників хворого лейкоцитарну гістограму, а також схематичні діаграми, на яких відображено діапазони референтних значень та відповідні схематичні позначення одержаних результатів: WBC, LYM, MON, GRA ($10^3 / \text{мм}^3$) – з першого по четвертий ряди діаграм; LYM, MON, GRA (%) – з п'ятого по сьомий ряди діаграм (рис. 3, рис. 4, рис. 5, рис. 6, рис. 7). Враховуючи зазначені вище особливості інтерпретації лейкоцитарної гістограми, можна стверджувати:

- оскільки лейкоцитарні гістограми не починаються на базисній лінії, то, згідно досліджень [12], серед причин відхилення від нормального розподілу може бути стійкість до лізісу еритроцитів RBC; наявність згустків тромбоцитів PLT або еритробластів;

- наявність аномальної кривої перед нижнім WBC дискримінатором вказує на існування тромбоцитарних згустків (≥ 30 фл); через їх збільшений розмір вони можуть не впливати на криву тромбоцитарної гістограми PLT [12];

- область, яка відповідає розподілу нейтрофілів, є найбільшою як за діапазоном, так і за концентрацією відповідних частинок крові.

Згідно досліджень [8, с. 135] SARS-CoV-2 зв'язується з рецептором до ангіотензинперетворюючого ферменту (АПФ2), що створює умови для проникнення вірусу до кісткового мозку людини, що може спричинити зменшення регуляції АПФ2 та обумовити активацію імунних клітин або їх пошкодження. Оскільки «традиційне» зростання рівня лімфоцитів виконує головну (захисну) функцію організму людини під час вірусної інфекції, то для обраної нами серед членів «групи ризику» відсутність імунної відповіді організму на дію вірусу SARS-CoV-2 може бути одним із обґрунтованих знаходження рівня лейкоцитів у WBC нормі (рис. 5, рис. 6), на рівні нижньої межі (рис. 3, рис. 6) або менше за референтне значення (рис. 4).

Особливої уваги, на нашу думку, на гематологічних гістограмах серед членів «групи ризику» заслуговує різке збільшення діапазону, що відповідає кількості нейтрофілів (рис. 4, рис. 5, рис. 6, рис. 7), тобто спостерігається явище нейтрофілії. Нейтрофіли є клітинами, які також виконують захисну функцію в організмі: нейтралізують бактерії та чужорідні білки, поглинаючи їх. Згідно сучасних досліджень коронавірусної інфекції Covid-19 [6], нейтрофілія є однією з причин виникнення гострого респіраторного дистрес-синдрому (ГРДС), що може спричинити швидкий розвиток хвороби. Згідно досліджень [9] фізіологія COVID-19 викликає протиріччя: одні дослідження вказують на абсолютно різний патогенез ГРДС та COVID-19, хоча з деякими спільними рисами; інші – навпаки, свідчать, що COVID-19 та ГРДС мають ідентичний перебіг і проявляється зниженим легенеvim комплаєнсом, який відповідає ступеню гіпоксемії, а також постійно змінній респіраторній механіці. Нейтрофілія також спричиняє надмірне навантаження на роботу кісткового мозку, оскільки потребує надмірне вироблення відповідних клітин (макрофагів).

Згідно одержаних нами результатів для «групи ризику» рівень лімфоцитів менший за референтні значення, що узгоджується із характеристиками, визначеними в [2, 6, 8] для «важкого» перебігу COVID-19. Основною функцією лімфоцитів є розпізнавання чужорідних антигенів та формування адаптивного імунітету (протиінфекційного, трансплантаційного, протипухлинного). Згідно сучасних досліджень [2], основними стадіями імунної відповіді є розпізнавання та переробка антигену, селекція відповідних індивідуальних Т- та В-клітин, проліферація клонів та диференціювання у функціонально зрілі клітини; кожен етап характеризується множинними міжклітинними взаємодіями, цитокінами, синтезованими макрофагами, Т- і В-лімфоцитами. Тому ефективність імунітету залежить від спільних взаємодій різних інших клітин, що беруть участь в імунній відповіді організму [2]. Області на лейкоцитарних гістограмах (рис. 3, рис. 4, рис. 5, рис. 6, рис. 7), які відповідають розподілу моноцитів, базофілів, еозинофілів, не є чітко вираженими, не мають відповідної точки максимуму порівняно із «нормальною» гістограмою, що узгоджується з референтними значеннями (рис. 2), та переважно відображають рівень моноцитів MON нижче середнього, на відміну від «важкого» перебігу COVID-19, що супроводжується зростанням моноцитів. Моноцити-макрофаги забезпечують фагоцитарний захист організму проти інфекції, беруть участь у формуванні імунної відповіді організму та запалення, посилюють регенерацію тканин та протипухлинний захист, беруть участь у регуляції гемопоезу, фагоцитують старі та ушкоджені клітини крові. Оскільки кровотворення – багатоетапний процес утворення різних видів клітин крові в спеціалізованих органах кровотворення, що передбачає мієлопоез (утворення у кістковому мозку еритроцитів, гранулоцитів,

моноцитів і тромбоцитів) та лімфопоез (дозрівання Т- і В-лімфоцитів) [2], то, очевидно, формулювання остаточного висновку про додаткове навантаження на роботу кісткового мозку та опис відповідних біохімічних процесів під час дії на організм людини коронавірусної інфекції COVID-19 на початку захворювання можливе лише за умови комплексного аналізу гематологічних гістограм: еритроцитарної (RBC), тромбоцитарної (PLT), лейкоцитарної (WBC), особливості застосування яких більш детально описано у наших відповідних публікаціях [4, с.26-30; 5, с.102-107].

Висновки з дослідження та перспективи подальшого дослідження. Проведений аналіз показників стану крові пацієнтів ДГ з діагнозом «коронавірусна інфекція Covid-19 (середній ступінь тяжкості)» дозволив для:

- переважної більшості хворих підтвердити висновки, одержані попередніми дослідниками [1, 6, 8, 9, 10] щодо основних гематологічних маркерів, які вказують на наявність захворювання: збільшення рівня лейкоцитів WBC, гранулоцитів GRA та зменшення рівня лімфоцитів LYM порівняно з референтними значеннями;

- значної частини хворих (38%), у яких гематологічні показники не узгоджувалися із основними гематологічними маркерами, що визначають Covid-19, оскільки рівень лейкоцитів WBC, лімфоцитів LYM, моноцитів MON, гранулоцитів GRA знаходилися переважно в межах референтних значень, наближені до їх нижньої межі або менші за референтні значення, на основі лейкоцитарних гістограм WBC обрати додаткові гематологічні маркери: наявність аномальної кривої перед нижнім WBC дискримінатором (існування тромбоцитарних згустків); збільшення ділянки гістограми як за концентрацією частинок, так і за областю розподілу, що відповідає нейтрофілам (нейтрофілія); відсутність максимуму розподілу для області, що відображає розподіл моноцитів, базофілів, еозинофілів.

Обраний напрям дослідження є перспективним, оскільки передбачає комплексний аналіз еритроцитарної (RBC), тромбоцитарної (PLT), лейкоцитарної (WBC) гістограм для пояснення біохімічних процесів, які відбуваються в організмі людини під впливом коронавірусної інфекції Covid-19 на різних етапах захворювання.

Література

1. Височанська В.В., Поляк І.В., Галамба А.А., Когутич А.І. Роль показників загального аналізу крові в оцінці прогнозу коронавірусної хвороби у стаціонарних хворих. *Інфекційні хвороби*. 2022. №1 (107). С. 46-51. URL: <http://surl.li/uqoki> (дата звернення 20.06.2024)
2. Гемопоез. Зміни кількості та морфології клітин крові лейкоцитарного ряду при патології. Розшифровка гістограм 3 DIFF гематологічного аналізатора. URL: <http://surl.li/igrwl> (дата звернення 22.06.2024)
3. Іваницька Ю.А. Дослідження стану крові людини після дії коронавірусної інфекції COVID-19. *Біологія та екологія*. 2024. Т.10 (1).С.119-124
4. Іваницька Ю.А. Особливості використання методу еритроцитарних гістограм для аналізу показників стану крові людини. *Молодь і сучасні тренди наукової думки* : зб. тез доп. Всеукр. мультидисциплінар. науково-практ. інтернет-конф., м. Ніжин, 1 берез. 2024 р. 2024. С. 26–30.
5. Іваницька Ю., Гайдай Д. Метод тромбоцитарних гістограм в аналізі крові осіб, які перехворіли на COVID-19. X Міжнародна заочна науково-практична конференція «Актуальні питання біологічної науки»: збірник статей. м. Ніжин, 2024. С.102-107.
6. Козловська А. COVID-19: що необхідно знати про пандемію коронавірусної інфекції. URL: <http://surl.li/urqis> (дата звернення 22.06.2024)
7. Панченко О. А, Заварзіна А. Р. Діагностика коронавірусної інфекції як актуальна проблема державного рівня. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2020. Т. 5, № 5 (27). С. 278–284. URL: <http://surl.li/twhvm> (дата звернення: 20.06.2024).
8. Ханюков О.О., Пісоцька Л.А., Бучарський О.В., Щукіна О.С. Розвиток лейкозу після перенесеної інфекції Covid-19. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2022. Т.7, №5 (39). С.134-139.

9. Хиць А. COVID-19: цитокиновий шторм, гіперперфузія легеневих судин, щаслива гіпоксія та можливі методи лікування. URL: <http://surl.li/urqlv> (дата звернення 21.06.2024)
10. Ющук А., Коржик О., Пикалюк В. Роль загальноклінічних показників крові для прогнозування перебігу коронавірусної інфекції у хворих на COVID-19: систематичний огляд. *Нотатки сучасної біології*. 2023, №6(2). с.73-76. URL: <http://surl.li/urqxy> (дата звернення 10.06.2024)
11. Guan W, Ni Z, Hu Y, Liang WH, Ou CQ, He JX, et al. Clinical characteristics of 2019 novel coronavirus infection in China. *The New England Journal of Medicine*. 2020.V.30, № 382(18). P. 1708-1720.
12. Interpretation of histograms. URL: <http://surl.li/uijxz> (дата звернення 10.06.2024)
13. Sonali Dixit, Tanvi Jha, Richa Gupta, Dheeraj Shah, Nitin Dayal, Mrinalini Kotru. Practical Approach to the Interpretation of Complete Blood Count Reports and Histograms. *Indian Pediatrics*. 2022. V. 59. P.484-492.
14. WBC histogram pattern contributes to diagnostic screening of malaria infestation. URL: <http://surl.li/ubngt> (дата звернення 30.05.2024).

References

1. Vysochanska, V.V., Poliak, I.V., Halamba, A.A., Kohutych, A.I. (2022). Rol pokaznykiv zahalnoho analizu krovei v otsyntsi prohnozu koronavirusnoi khvoroby u statsionarnykh khvorykh [The role of indicators of general blood analysis in assessing the prognosis of coronavirus disease in hospitalized patients]. *Infektsiini khvoroby*.1 (107). 46-51. URL: <http://surl.li/uqoki> (data zvernennia 20.06.2024) [in Ukrainian].
2. Hemopoez. Zminy kilkosti ta morfologii klityn krovei leikotsytarnoho riadu pry patolohii. Rozshyfovka histohram 3 DIFF hematolohichnoho analizatora [Hematopoiesis. Changes in the number and morphology of leukocyte blood cells in pathology. Deciphering histograms of 3 DIFF hematological analyzers]. URL: <http://surl.li/urpwl> (data zvernennia 22.06.2024) [in Ukrainian].
3. Ivanytska, Yu.A. (2024). Doslidzhennia stanu krovei liudyny pislia dii koronavirusnoi infektsii COVID-19 [Study of the state of human blood after the effect of the COVID-19 coronavirus infection]. *Biolohiia ta ekolohiia*. 10 (1).119-124 [in Ukrainian].
4. Ivanytska, Yu.(2024). Osoblyvosti vykorystannia metodu erytrotsyarnykh histohram dlia analizu pokaznykiv stanu krovei liudyny [Peculiarities of using the erythrocyte histogram method for analyzing indicators of the state of human blood]. *Molod i suchasni trendy naukovoi dumky*. 26–30 [in Ukrainian].
5. Ivanytska, Yu. & Haidai, D. (2024). Metod trombotsytarnykh histohram v analizi krovei osib, yaki perekhvorily na COVID-19 [The method of platelet histograms in the blood analysis of persons who have contracted COVID-19]. *Aktualni pytannia biolohichnoi nauky*. 102-107 [in Ukrainian].
6. Kozlovska A. COVID-19: shcho neobkhidno znaty pro pandemiuu koronavirusnoi infektsii [COVID-19: what you need to know about the coronavirus pandemic].URL: <http://surl.li/urqis> (data zvernennia 22.06.2024) [in Ukrainian].
7. Panchenko, O.A. & Zavarzina, A. R. (2020). Diahnostyka koronavirusnoi infektsii yak aktualna problema derzhavnoho rivnia [Diagnosis of coronavirus infection as an urgent problem at the state level]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*. 5 (27). 278–284. URL: <http://surl.li/twhvm> (data zvernennia: 20.06.2024) [in Ukrainian].
8. Khaniukov, O.O., Pisotska, L.A., Bucharskyi, O.V., Shchukina, O.S. (2022). Rozvytok leikozu pislia perenesenoi infektsii Covid-19 [The development of leukemia after the transferred infection of Covid-19]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*. 5 (39).134-139 [in Ukrainian].
9. Khyts, A. COVID-19: tsytokinovi shtorm, hiperperfuziia lehenevykh sudyn, shchaslyva hipoksiia ta mozhyvi metody likuvannia [COVID-19: Cytokine Storm, Pulmonary Vascular Hyperperfusion, Lucky Hypoxia, and Possible Treatments]. URL: <http://surl.li/urqlv> (data zvernennia 21.06.2024) [in Ukrainian].
10. Yushchuk, A., Korzhyk, O., Pykaliuk, V. (2023). Rol zahalnoklinichnykh pokaznykiv krovei dlia prohnozuvannia perebihu koronavirusnoi infektsii u khvorykh na COVID-19: systematychnyi ohliad [The role of general clinical indicators of blood for predicting the course of coronavirus infection in patients with COVID-19: a systematic review]. *Notatky suchasnoi biolohii*. 6(2). 73-76. URL: <http://surl.li/urqxy> (data zvernennia: 20.06.2024) [in Ukrainian].

11. Guan W, Ni Z, Hu Y, Liang WH, Ou CQ, He JX, et al. (2020). Clinical characteristics of 2019 novel coronavirus infection in China. *The New England Journal of Medicine*. 382(18). 1708-1720 [in English].
 12. Interpretation of histograms. URL: <http://surl.li/uixjz> (дата звернення 10.06.2024) [in English].
 13. Sonali Dixit, Tanvi Jha, Richa Gupta, Dheeraj Shah, Nitin Dayal, Mrinalini Kotru (2022). Practical Approach to the Interpretation of Complete Blood Count Reports and Histograms. *Indian Pediatrics*. (59). 484-492 [in English].
 14. WBC histogram pattern contributes to diagnostic screening of malaria infestation. URL: <http://surl.li/ubngt> (data zvernennia 30.05.2024) [in English].
-

Ivanytska Y.

obtaining the third (educational and scientific) level of higher education,
II year, specialty 091 Biology and biochemistry
Mykola Gogol Nizhyn State University
ivanytska98@gmail.com
orcid.org/ 0000-0001-8860-1254

USE OF THE LEUKOCYTE HISTOGRAM METHOD FOR THE ANALYSIS OF HEMATOLOGICAL INDECIES OF HUMAN BLOOD WITH COVID-19

The article substantiates the relevance of the use of general and specific laboratory diagnostics to detect the impact of the Covid-19 coronavirus infection on the human body, and explains the biochemical processes that occur in this case. The expediency of the purpose of the selected research is described for solving the previously unsolved tasks of the general problem: finding additional hematological markers based on histograms, which provide auxiliary information about the presence of the disease of the coronavirus infection Covid-19 in patients, provided that the level of leukocytes WBC, lymphocytes LYM, monocytes MON, granulocytes GRA are within the reference values, close to their lower limit or less than the reference values. Average hematological values for the control group (45 people), who have no health complaints and did not suffer from Covid-19, and the study group (45 people), who were clinically diagnosed with "coronavirus Covid-19 infection (moderate severity)", and who did not have concomitant diseases. The results obtained based on the use of the automatic analyzer VS-6000 MINDRAY based on the laboratory of the Municipal Enterprise "Olexandriv Clinical Hospital of the City of Kyiv" are presented. For a significant part of patients (38%), whose hematological indicators did not agree with the main hematological markers that determine Covid-19, additional hematological markers were selected based on WBC leukocyte histograms: the presence of an abnormal curve in front of the lower WBC discriminator (existence of platelet clots); an increase in the area of the histogram both by the concentration of particles and by the area of distribution corresponding to neutrophils (neutrophilia); lack of maximum distribution for the area reflecting the distribution of monocytes, basophils, and eosinophils. It has been proven that the proposed direction of research is promising, as it involves a complex analysis of erythrocyte (RBC), platelet (PLT), leukocyte (WBC) histograms to explain the biochemical processes that occur in the human body during myelopoiesis and lymphopoiesis under the influence of the Covid-19 coronavirus infection at different stages of the disease.

Key words: coronavirus infection COVID-19, leukocyte histograms, additional hematological markers.

**Стаття до редакції надійшла 20.06.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 26.06.2024 року**

УДК 616.15:504.5

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-52-64

Карнаушенко Д. П.

аспірант кафедри біології людини та методики навчання хімії
Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка
dimonkark@ukr.net
orcid.org/0009-0000-0244-3866

Вакал Ю. С.

доктор філософії, старший викладач
кафедри біології людини, хімії та методики навчання хімії
Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка
julia.vakal@sspu.edu.ua
orcid.org/0000-0002-8722-7683

**ЗМІНА ГЕМАТОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КРОВІ ПІД ВПЛИВОМ
ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ (ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ)**

У статті розглядається вплив техногенного забруднення на гематологічні показники крові людини. Аналіз літературних джерел дозволив встановити, що в Україні за останні п'ять років рівень захворюваності серед дитячого та дорослого населення є найвищим за всіма основними класами хвороб. Особливе занепокоєння викликає зростання хвороб крові та кровотворних органів. Встановлено, що техногенне забруднення негативно впливає на гематологічні показники крові людини. Основними гематологічними маркерами, які використовуються для діагностики змін в організмі людини під впливом техногенних факторів, є рівень гемоглобіну, кількість еритроцитів, лейкоцитів та тромбоцитів. Визначено основні типи техногенних забруднень та забрудників основних компонентів навколишнього середовища – атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунту, серед яких: газоподібні речовини, тверді частинки пилу, важкі метали, оксиди азоту, сірки, сполуки хлору, фтору, нафтопродукти, радіоактивне випромінювання, промислові стоки, використання пестицидів. Проведено аналіз наукових робіт, баз даних медико-біологічного профілю та виявлено, що більшість робіт присвячені забрудненню атмосферного повітря твердими частинками (PM2.5 та PM10), діоксидами азоту і сірки, ароматичними вуглеводнями (бензолом) та оксидами вуглецю. Також наведені результати досліджень тривалого та системного впливу іонізуючого випромінювання, важких металів, присутніх у питній воді та у ґрунті (звідки згодом через колообіг речовин потрапляють в організм людини), стоків очисних споруд, пестицидів та добрив. Особливу увагу приділено дослідженням впливу збройної агресії росії, адже через ракетні та артилерійські обстріли відбувається викиди небезпечних хімічних речовин: збідненого урану, його оксидів, гептилу, сполук ртуті, свинцю, стронцію, алюмінію. Відображено зв'язок між викидом небезпечних речовин та хворобами крові – досліджено праці українських та зарубіжних науковців та описано вплив техногенного тиску на гематологічні показники крові (лейкопенія та лейкоцитоз, рак крові та підвищення ризиків виникнення інфекцій унаслідок послаблення імунної відповіді організму; критичне зменшення тромбоцитів, що призводить до анемії, гемолізу або збільшення еритроцитів (еритроцитозу) зміна їх форми, порушення функцій).

***Ключові слова:** техногенне забруднення, техногенний забрудник, забруднення атмосферного повітря, важкі метали, лейкоцити, лейкоцитоз, лейкоз, еритроцити, анемія, еритроцитоз.*

Вступ. Упродовж останнього десятиліття чітко простежується тенденція до погіршення стану здоров'я населення, що, ймовірно, пов'язано з посиленням антропогенного впливу на довкілля та, як наслідок, послабленням захисних механізмів організму.

Внаслідок активної людської діяльності, зокрема, розвитку атомної енергетики, хімізації виробництва та сільського господарства, а також систематичних обстрілів з боку російської федерації, довкілля зазнає значних змін. Це призводить до міграції речовин у біосфері, формуючи так званий "технологічний" кругообіг, що негативно впливає на різні компоненти екосистеми, включаючи й організм людини.

Важливо усвідомлювати, що екологічні проблеми, спричинені людською діяльністю, мають безпосередній вплив на стан здоров'я людей, що підтверджується змінами гематологічних показників крові. Це проявляється у зниженні рівня гемоглобіну та еритроцитів, зміною лейкоцитарної формули, а також у деяких випадках, збільшенням рівня тромбоцитів. Гематологічні показники крові людини є насамперед важливими маркерами загального стану здоров'я людини та можуть слугувати цінним інструментом для діагностики та моніторингу різних захворювань, пов'язаних з кров'ю.

За оприлюдненими даними (2018) Всесвітньої організації охорони здоров'я ((ВООЗ, англ. World Health Organization) 4,2 мільйона людей щороку передчасно помирають від хвороб, спричинених забрудненням навколишнього повітря [26].

В Україні за останні п'ять років спостерігається стійке зростання захворюваності серед дитячого та дорослого населення, причому за всіма основними класами хвороб. Дослідники вважають, що таке зростання може бути пов'язане з погіршенням екологічної ситуації в Україні, зокрема, з підвищенням рівня забруднення повітря, водних ресурсів, ґрунтів. Особливе занепокоєння викликає зростання хвороб крові та кровотворних органів. [20].

Згідно з даними Щорічного звіту про стан здоров'я населення України та епідемічну ситуацію за 2022 рік, майже у кожній шостій вагітній жінки виявляють анемію, що характеризується зменшенням вмісту гемоглобіну та/або еритроцитів (показників червоної крові) в одиниці об'єму крові. Це може бути обумовлене у більшості випадків соціально-економічною ситуацією родини та техногенним впливом на територію, де проживає жінка [20].

Техногенне забруднення також негативно може впливати на рівень лейкоцитів (показників білої крові), які є важливою складовою імунної системи, відповідальною за захист організму від патогенів (збудників інфекційних захворювань) та чужорідних тіл.

У зв'язку з погіршенням екологічної ситуації та зростанням захворюваності населення, особливо важливо досліджувати вплив техногенних факторів на гематологічні показники крові. Аналіз відкритих наукових баз даних, включаючи медико-біологічного профілю, виявив, що існуючі наукові роботи здебільшого зосереджені на оцінці стану навколишнього середовища та впливі важких металів, але недостатньо уваги приділено впливу на показники крові людини забрудненого повітря, води та ґрунтів. Таким чином, дослідження у цьому напрямі є вкрай необхідними для виявлення потенційних ризиків та розробки заходів для збереження здоров'я населення.

Метою статті є дослідження впливу техногенних факторів, таких як забруднене повітря, вода та ґрунти, на зміни гематологічних показників крові у населення; виявлення взаємозв'язків між рівнем забруднення навколишнього середовища та змінами у гематологічних параметрах, а також оцінці потенційних ризиків для здоров'я. Об'єктом дослідження є наукові тексти теоретичного та експериментального спрямування, опубліковані в національних і міжнародних наукових журналах, доступних у відкритих базах даних.

Методи та організація дослідження: Для досягнення мети були використані методи теоретичного рівня наукового пізнання: аналіз наукової літератури, синтез, формалізація наукових джерел, опис, методи аналізу.

Результати досліджень та їх обговорення. До основних гематологічних показників крові людини, на основі яких можна діагностувати різні захворювання або патологічні стани та які можуть змінюватись під впливом техногенного забруднення, належать: гемоглобін (Hb), еритроцити (червоні кров'яні клітини, RBC), лейкоцити (білі кров'яні клітини, WBC), тромбоцити (PLT) тощо.

Техногенними забрудниками довікля є: гази, газоподібні речовини, аерозолі, пил, які потрапляють в атмосферу через: викиди шкідливих хімічних сполук, нафто-продуктів від об'єктів енергетики, промисловості, транспорту, агрогалузі (передусім пестицидів й мінеральних добрив); електромагнітні, радіоактивні теплові випромінювання; промислові стоки, комунальні й побутові відходи [5].

За статистичними даними 2021 року [20] в навколишнє середовище потрапляє понад 7 тис. хімічних сполук, і це лише в процесі промислового виробництва, більшість з яких є токсичними, мутагенними й канцерогенними. Найпоширенішими і найнебезпечнішими забруднювачами повітря є діоксид азоту, бензол; забруднювачами води – нітрати (солі азотної кислоти) та пестициди; забруднювачами ґрунту – соляна кислота та поліхлоровані дифеніли.

Особливо небезпечними вважають важкі метали, які накопичуються в ґрунті, воді та продуктах харчування. Зазвичай термін «важкі метали» використовується для металів, питома вага яких більше 5 г/см^3 або порядковий номер атома більше 20. Найбільш небезпечними є: свинець, ртуть, кадмій, миш'як, фтор [11].

Щорічно систематично в атмосферу викидається близько 22 млрд. тонн вуглекислого газу й 150 млн. тонн сірчистих сполук в результаті згоряння палива; промислові скиди в річки – 160 км^3 шкідливих стоків; у ґрунті – 500 млн тонн мінеральних добрив, 4 млн. тонн пестицидів [3].

Найчастіше екологи користуються класифікацією техногенних забруднювачів та забруднення за їх походженням. Механічні забруднювачі – тверді частинки, пил, відпрацьовані предмети. Хімічні забруднювачі – тверді, газоподібні і рідкі хімічні речовини, сполуки шутчного походження. Фізичні забруднення – це шуми, вібрації, зміни теплових, електромагнітних, гравітаційних, радіаційних полів, які створює людина у природному середовищі.

Найбільш поширеними і небезпечними забруднювачами довікля є: оксид вуглецю (чадний газ – CO) (міститься в повітрі), оксиди азоту (NO, NO₂), аміак (NH₃), вуглеводні (ароматичні, бензопірені, парафіни, нафтени, які містяться у вихлопних газах авто), діоксид сірки (SO₂), сірководень (H₂S) і сірковуглець (CS₂), сполуки хлору і фтору, свинець (Pb), ртуть (Hg). Серед синтетичних забрудників виділяють: поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), поліхлорбіфеніли (ПХБ) та полібромні біфеніли (ПББ), які містяться у плівках, поліетиленових виробках, пральних порошках [5].

Однією із найгостріших екологічних проблем сьогодення є забруднення атмосферного повітря. З точки зору хімічної небезпеки, воно залишається провідним фактором ризику для здоров'я людини. Показники забруднення повітря у багатьох великих містах та промислових регіонах залишаються неприпустимо високими. Дослідження свідчать про те, що населення, яке проживає на територіях з неякісним повітрям (не відповідає гігієнічним нормативам), має значно вищі показники загальної захворюваності [13].

У Національній доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні (2021) зазначено наступне: щороку забруднення повітря обумовлює до 7 мільйонів передчасних смертей і призводить до втрати мільйонів здорових років життя – за оцінками експертів ВООЗ [20]. Через активні воєнні дії на території України, дані про стан довікля за останні роки є обмеженими.

Отже, вплив техногенного забруднення на здоров'я людини є однією з найактуальніших проблем сучасності. Нами було проведено аналіз сучасних досліджень іноземних науковців, присвячених впливу техногенного забруднення на гематологічні показники крові. Розглянемо деякі з них.

Пакистанськими науковцями з Інституту біохімії університету Белуджистану (Institute of Biochemistry, University of Balochistan, Quetta, Pakistan) та факультету хімії Жіночого університету Сардар Бахаду Хан (Sardar Bahadur Khan Women's' Universit y, Quetta, Pakistan) досліджувались зміни гематологічних показників крові (гемоглобін, гематокрит (Ht), кількість еритроцитів і лейкоцитів,) у осіб, які проживають на техногенно забруднених територіях. У дослідженнях брали участь 2 групи людей, в яких були діти та вагітні, які мешкали близько 10 років у районних центрах (із високим рівнем забруднення повітря сажею, діоксидом азоту та свинцем) та у районах з низьким рівнем забруднення повітря. Дослідження акцентувало увагу на впливі дрібного пилу (PM10) – твердих частинок розміром від 3 до 10 мкм. Ці частинки здатні осідати в носі, гортані та легенях, негативно впливаючи на дихальну систему людини. Середня кількість еритроцитів і концентрація гемоглобіну дітей, які дихали цим забрудненим повітрям, була низькою у порівнянні із показниками крові дітей, які не піддавалися впливу забруднення. У вагітних спостерігалась анемія. Підтверджено зв'язок «доза-реакція», тобто чим триваліша та сильніша дія забруднення, тим вищий ризик захворювання крові [25].

У працях корейських дослідників кафедри екологічної медицини Жіночого університету Іхва (Ewha Womans University, Seoul, Korea) та Науково-дослідного інституту безпеки та гігієни праці Корейського агентства з безпеки та гігієни праці (Occupational Safety and Health Research Institute, Korea Occupational Safety and Health Agency, Incheon, Korea) досліджується прямий і непрямий вплив твердих часток у приміщеннях на показники крові, пов'язані з анемією (включають гемоглобін (Hb), гематокрит (Hct), середній корпускулярний об'єм (MCV), середній корпускулярний Hb (MCH) і середню корпускулярну концентрацію Hb (MCHC). Зазначається, що вплив забрудненого повітря може збільшити окислювальний стрес при якому клітина та її структури руйнуються через збільшення виділення активних форм кисню. Такий стрес впливає на кровотворну активність, робить клітини більш вразливими та може блокувати утворення еритроцитів і гемоглобіну, викликаючи анемію. Крім того, вплив летких забруднюючих речовин негативно впливаючи на лейкоцити може провокувати лейкемію [28].

Вплив твердих частинок, особливо PM2.5 (це найбільш шкідливі частинки дрібнодисперсного пилу, які утворюються в результаті процесу горіння) викликають зміни в метилюванні ДНК через запалення та окислювальний стрес. Вдихання людиною твердих частинок, таких як PM10, може призвести до розвитку запальних процесів у легенях. Ці запальні реакції спричинюють окислювальний стрес, який характеризується надмірним утворенням активних форм кисню, таких як пероксиди, гідроксильні радикали та оксид азоту, негативно впливаючи на еритроцити та викликаючи анемію [24].

Також групою вчених (Zhong, J., Karlsson, O., Wang, G., Li, J., Guo, Y., Lin, X.C., Zemplyni, M., USA) досліджено вплив твердих частинок на концентрацію фолієвої кислоти, компонентом, пов'язаним з окислювальним стресом (<6,6 нмоль/л (<3,0 нг/мл) вважається дефіцитом та спричинює анемію). При дефіциті фолієвої кислоти порушується процес кровотворення та змінюється еритроцитарний індекс і, як наслідок, з'являються аномальні форми еритроцитів та змінюються їх якісні показники [33].

Дослідження, проведені протягом чотирьох років медичними та науковими фахівцями Пекінського університету (Peking University, Beijing, China), виявили значний зв'язок між короточасним впливом забрудненого повітря та периферичним розподілом лейкоцитів у дорослого чоловічого населення (понад 11 тисяч осіб віком 22-45 років). Параметри моніторингу забруднення навколишнього середовища включали тверді частки розміром ≤ 10 мкм (PM10), PM2,5 та діоксид азоту (NO₂), діоксид сірки (SO₂), оксид вуглецю (CO) та озон (O₃) збиралися щодня. Короточасний і кумулятивний вплив забруднювачів повітря спричинив до підвищення кількості нейтрофілів, лімфоцитів і моноцитів периферичної крові учасників і знизив кількість

еозинофілів і базофілів. Результати показали, що забруднене повітря викликало запалення в чоловіків [32].

Вченими Пекінського університету (Peking University, Beijing, China) досліджувалася також взаємозв'язок між впливом твердих частинок та параметрами клітин крові у трьох містах Китаю з використанням перехресного (Пекін, 425 учасників) та панельного дослідження (Тяньцзінь і Шанхай, 92 учасники з 361 повторним вимірюванням). Збільшення впливу твердих частинок РМ, зокрема РМ_{2,5}, було суттєво пов'язане зі зниженням кількості еритроцитів і середньої концентрації гемоглобіну (МСНС), а також збільшенням середнього корпускулярного об'єму (MCV), кількості тромбоцитів (PLT) і гематокриту тромбоцитів (PCT) в обох дослідженнях [28].

Серед фізичних забруднень, згубний вплив на показники крові має радіаційне випромінювання. Науковцями Гуандунського фармацевтичного університету (Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou, China) досліджено вплив низьких доз іонізуючого випромінювання на показники тромбоцитів у медичних працівників, які працюють близько 10 років. Дослідження показало, що кількість тромбоцитів у чоловіків збільшувалася у кумулятивних дозах опромінення після низьких доз іонізуючого опромінення, тоді як у жінок суттєвих змін не спостерігалось. Це вказує на те, що стать може бути визначальним фактором зміни кумулятивної дози опромінення на тромбоцити у гематологічних параметрах.

Загалом кількість тромбоцитів спочатку збільшувалася, а потім зменшувалася нелінійно в міру кумулятивної дози опромінення. У жінок спостерігалась тромбоцитопенія (патологічний стан при якому дефіцит тромбоцитів призводить до виникнення точкових крововиливів) та менорагію (наднормове виділення крові у менструальні дні).

Унаслідок тривалого системного опромінення спостерігається гемопоетичний синдром, який може призвести до анемії та променево-індукованого раку крові. Основною причиною гемопоетичного синдрому є індукція апоптозу в гемопоетичних стовбурових клітинах і гемопоетичних клітинах-попередниках, що викликає гостре ураження кісткового мозку, залежно від доз іонізуючого випромінювання [25].

Унаслідок техногенної діяльності людини відбувається забруднення водних ресурсів територій: річкових басейнів, прибережних вод, водосховищ. Основними причинами забруднення природних вод є: ненормовані викиди з промислових об'єктів, неналежний стан очисних споруд та об'єктів водовідведення, змиви та дренажу токсичних речовин на землях сільськогосподарського призначення. Основні речовини-забрудники – це важкі метали, сполуки азоту та фосфору, нафтопродукти, сульфати, феноли тощо [13].

За умови постійного споживання води, в якій містяться важкі метали, спостерігається відхилення гематологічних параметрів крові (гемоглобін (Hb), еритроцити, об'єм клітинної тканини (PCV), середній корпускулярний гемоглобін і середня концентрація корпускулярного гемоглобіну) від норми. Як наслідок, фіксується зниження еритроцитів, гематокриту та гемоглобіну. Людина скаржиться на втому, запаморочення та слабкість [30].

Також стоки очисних споруд, які потрапляють у поверхневі води, містять фосфатовмісні сполуки (хімічні речовини, що містять фосфор). За умови потраплення в організм людини, зокрема кров, вони зв'язуються із залізом в еритроцитах, що призводить до зниження рівня гемоглобіну. Це може спричинити анемію. Фосфатовмісні сполуки пригнічують активність «білої» крові, що у свою чергу, ослаблює захист організму від інфекцій. Більш вразливими до впливу фосфатовмісних сполук є діти, літні люди та особи з хронічними захворюваннями [1; 4].

Унаслідок викидів недостатньо-очищених (по факту забруднюючих) зворотніх вод промисловими підприємствами у водойми потрапляють сульфати, фтор, залізо, хлориди. За умови споживання людиною такої води з часом спостерігаються зміни в організмі людини: підвищений вміст хлоридів призводить до набухання та гемолізу (руйнування) еритроцитів; значний вміст сульфатів призводить до зменшення

розміру еритроцитів, зниження їх здатності переносити кисень; пригнічуючи активність лейкоцитів [14].

Техногенне забруднення має також негативний вплив і на ґрунтовий покрив. Відповідно до Земельного кодексу України глави 27 статті 169 (редакція від 26.01.2024) техногенно забрудненими землями називають землі, які зазнали негативного впливу господарської діяльності людини. Відтак виділяють землі за вмістом забруднювача: радіаційно небезпечні та радіоактивно забруднені; забруднені хімічними елементами, зокрема важкими металами. Для таких земель вводиться особливий режим їх використання [6].

Важкі метали істотно знижують якість ґрунту, особливо на ділянках підвищеного техногенного впливу, наприклад, поблизу промислових підприємств (теплових електростанцій, металургійних, нафтопереробних заводів), автомобільних доріг, вихлопних газів автомобілів (останній чинник є основним джерелом свинцю у навколишньому середовищі) тощо. Ще одним джерелом потрапляння важких металів у землю є агродобрива при виробництві яких були порушені важливі технологічні процеси [11].

Такі елементи з металічними властивостями, коли потрапляють у кров, можуть скоротити тривалість життя еритроцитів, знизити гемоглобін, а впливаючи на лейкоцити – призводять до порушення імунної відповіді організму. Зокрема, свинець викликає порушення нервової та кровотворної систем організму людини. Важкі метали можуть бути причиною гальмування гемопоетичної функції кісткового мозку, як наслідок виникає анемія, відповідно блокуються кровотворні процеси [16].

Важкі метали, зокрема свинець, кадмій та ртуть, коли потрапляють в кров, зв'язуються з гемоглобіном, транспортним білком, який переносить кисень, гальмують його транспортування і цим самим спричинюють кисневе голодування тканин. Мідь та алюміній можуть пошкоджувати мембрану еритроцитів та призводити до гемолізу – виходу цитоплазми еритроциту у навколишню рідину, до прикладу, у плазму крові. Важкі метали мають вплив на активність ферментів у червоній крові, що порушує метаболічні процеси. Поруч з цим варто відмітити симптоми, які має людина, коли еритроцити не виконують свою функцію: швидка втома, задишка, запаморочення, холодні кінцівки. Не всі важкі метали мають однаковий вплив на еритроцити. Рівень ризику залежить від типу металу, способу та інтенсивності впливу [9].

Важкі метали також негативно впливають на лейкоцити: пригнічують їх активність, роблячи їх слабоефективними у боротьбі з інфекціями, що у свою чергу це призводить до зниження захисної здатності організму від інфекцій; викликають лейкопенію (зниження кількості лейкоцитів); провокують аутоімунні реакції. Такі метали як свинець, ртуть, миш'як мають здатність: пошкоджувати ДНК лейкоцитів та спричинювати мутації, рак, спричинювати лейкопенію, лімфоцитопенію. Кадмій – викликає апоптоз лейкоцитів, блокує активність нейтрофілів і макрофагів [16; 10].

На показники еритроцитів та лейкоцитів крові людини також мають вплив результати обробки ґрунту пестицидами, внесення добрив. Пестициди є стійкими токсичними речовинами, які дослідники часто порівнюють із радіоактивними ізотопами і оцінюють їх по періоду напіврозпаду – час, за який концентрація речовини зменшується у 2 рази [19].

Вказані речовини потрапляють у колообіг речовин у природі і, відповідно людина, до організму якої вони можуть потрапити як через дихальні шляхи, шкіру (у процесі здійснення обробки землі чи насаджень, особливо у вітряну погоду), шлунково-кишковий тракт (при вживанні рослинної їжі, яка зазнала надмірної обробки пестицидами або при вживанні м'яса жуйних тварин, яких кормили рослинністю із високим вмістом пестицидів).

Дослідники Gerald, F. та O'Malley, R. [7] класифікують пестициди за хімічним складом та умовно об'єднують у класи, серед яких основними є: хлорорганічні; фосфорорганічні; похідні карбамінової, тіо- і дитіокарбамінової кислот; карбонові кислоти та

їх похідні (хлорфеноксіоцтові кислоти; арилалкілкарбонові кислоти); фторовмісні сполуки; сірка та її похідні препарати.

Науковці Shah, S., Shah, S., Ahmad, L. підтвердили у своїх дослідженнях, що органофосфати, карбамати призводять до зниження рівня гемоглобіну, еритроцитів, лімфоцитів, їх форми та тривалості життя. Хлоровані вуглеводні, піретроїди пошкоджують мембрани еритроцитів (призводять до гемолізу), знижують кількість та активність лейкоцитів [23].

Деякі похідні карбамінової кислоти, зокрема дитіокарбаміл, можуть викликати метгемоглобінемію – це захворювання, при якому підвищується рівень метгемоглобіну. Він є однією із форм окисленого гемоглобіну, який не може вступати в зворотну реакцію з киснем та переносити його [15].

Окрім промислового, транспортного забруднення важливу роль, на жаль, в умовах збройної агресії російської федерації, відіграє забруднення довкілля унаслідок розривів боєприпасів будь-якого калібру, адже відбувається часткова хімічна реакція, яка призводить до забруднення як атмосфери, так і ґрунтів, потім ґрунтових вод і згодом потрапляє до харчових ланцюгів тварин і людей.

Кожен випущений снаряд містить суміш небезпечних речовин, а саме: збіднений уран (а точніше його радіоактивний пил) та його оксиди, сполуки ртуті, свинцю, стронцій, алюміній, сполуки азоту та сірки, які протрапляють в атмосферу, водні ресурси, ґрунт, а згодом і в організм людини з повітрям, водою та їжею [2].

Дослідження впливу збідненого урану проводились французькими дослідниками Інституту радіаційного захисту та ядерної безпеки. Такий побічний продукт виробництва ядерного палива, потрапляючи в кров, призводить до анемії, адже пригнічує процеси вироблення еритроцитів у кістковому мозку, та може впливати на зміну форми еритроцитів (ускладнити транспорт кисню до тканин) [22].

Уран, який містить менше радіоактивного ізотопу урану-235, може пошкоджувати ДНК лейкоцитів, призводити до мутацій і бути причиною розвитку лейкозу. Про це зазначається у дослідженнях працівників Науково-дослідного інституту радіобіології збройних сил Вашингтонського університету військової служби (США) [27].

У процесі окиснення 1 кг вибухівки у повітря потрапляє, окрім CO₂, кілька десятків куб. метрів токсичних газів: оксиди азоту, оксиди сірки, монооксид вуглецю. До прикладу, монооксид вуглецю зв'язується з гемоглобіном в еритроцитах з більшою афінністю, аніж кисень, що призводить до зниження транспортування кисню до тканин і може призвести до гіпоксії; згубно впливає на лейкоцити: пригнічує їх функції та пригнічує імунну відповідь організму [18].

Під час детонації боєприпасу у повітря вивільняється низка хімічних елементів. Першочергово це оксиди азоту, чадний газ, сірка, вуглекислий газ, свинець, сажа та гептил [8]. Останній є одним із найбільш шкідливих сполук, адже здатен спричинювати загальнотоксичну, шкірно-подразнюючу і канцерогенну дію, окрім печінки, центральної нервової, серцево-судинної вражає кровотворну систему [12].

У результаті обстрілів нафтобаз, промислових об'єктів у навколишнє середовище виділяються нафтопродукти. Вони є складною сумішшю вуглеводнів – ароматичних та аліфатичних. Летючими органічними сполуками (ЛОС), компонентами нафтопродуктів, є толуол, бензол та ксилоли, поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), які у високій концентрації є токсичними не тільки для центральної нервової системи, але й можуть погіршити або блокувати імунну систему через окислювальний стрес та, відповідно, зменшення кількості лейкоцитів [17]. Бензол може пошкоджувати ДНК лейкоцитів, призвести до мутацій і збільшити ризик розвитку раку – неходжкінської лімфоми. Також бензол може бути причиною анемії та тромбоцитопенії [21].

Дослідження науковців неодноразово підтверджують, що погіршення екологічної ситуації, зокрема забруднення повітря, води та ґрунтів, має суттєвий негативний вплив на здоров'я населення, що підтверджується змінами у гематологічних показниках крові та потребує подальших досліджень та невідкладних дій.

Висновки. Існує стійка тенденція до погіршення показників здоров'я населення в останнє десятиріччя, що пов'язано з активною діяльністю людини, як наслідок антропогенною трансформацією біосфери, яка призводить до зростання рівня забруднення навколишнього середовища та чинить негативний вплив на стан здоров'я населення планети. Це, в свою чергу, негативно впливає на захисні механізми організму, роблячи його більш схильним до дії шкідливих факторів, включаючи забруднювачі.

Гематологічні показники крові людини є важливими маркерами загального стану здоров'я. Зміна гематологічних показників крові під впливом техногенного забруднення може призвести до розвитку ряду серйозних захворювань, таких як анемія, лейкопенія, тромбоцитопенія, а також до порушення функцій імунної системи. Це, в свою чергу, може призвести до зниження працездатності, погіршення якості життя та навіть до летальних випадків.

Проаналізувавши ряд досліджень українських та зарубіжних науковців про вплив техногенного забруднення основних компонентів навколишнього середовища на гематологічні показники крові людини було визначено, що ключовими забруднювачами повітря є: оксиди азоту, сірки, вуглецю, леткі органічні сполуки, тверді частинки пилу, рівень радіації; водних та ґрунтових ресурсів – важкі метали, сполуки хлору, фтору, азоту, фосфору, пестициди, нафтопродукти, стічні води. Не менш важливим фактором забруднення є вплив воєнних дій на території України, адже унаслідок розривів боеприпасів в атмосферу, воду та ґрунт потрапляє низка токсичних хімічних елементів та сполук, особливо нафтопродуктів, збідненого урану та важких металів. Зокрема, через обстріли промислових підприємств здійснюються масові викиди азотної кислоти, хлору та аміаку. Відповідно, сумарний вплив техногенного навантаження спричиняє наступний негативний вплив на гематологічні показники крові. Знижується або збільшується кількість, форма та розміри еритроцитів або гемоглобіну, що спричинює порушення функції «червоної крові», анемію, еритроцитоз або еритремія, порушення транспорту кисню до тканин. У свою чергу кількість лейкоцитів зменшується, змінюється співвідношення їх типів, відбуваються процес мутації «білої крові», підвищуються ризики лейкемії, інфекційних захворювань унаслідок зниження захисних функцій імунітету людини.

Подальші дослідження вбачаємо у оцінці стану здоров'я населення та екологічного стану на техногенно забруднених територіях України, зокрема в Сумській, Харківській, Дніпропетровській областях тощо.

Література

1. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К., Куц М., Чернохова М., Гавранек М. Наслідки для довілля війни росії проти України. Електронне науково-популярне видання. 2022. URL: <http://surl.li/kgblg> (дата звернення: 17.05.2024).
2. Вітер Н.Г. *Промислова екологія*. Методичні рекомендації для проведення практичних та самостійних робіт студентів факультету агрономії та лісівництва денної та заочної форми навчання галузь знань 10 «Природничі науки» зі спеціальності 101 «Екологія» освітнього ступеня «Магістр». Вінниця: ВНАУ – 2019. 126 с.
3. Вплив хімічного складу та мікроелементів води питної на організм людини. *Чернігівський обласний центр контролю та профілактики хвороб*. 2022. URL: <http://surl.li/smrsm> (дата звернення: 19.05.2024).
4. Грушанська Н.Г., Костенко В.М., Обруч М.М., Цвіліховський М.І. Вміст важких металів у крові корів північно-східної біогеохімічної зони за різних технологій утримання. *Вісник ЖНАЕУ*, 2017, № 1 (58), т. 1. URL: <http://surl.li/cbvjbu> (дата звернення: 21.04.2024).
5. Древаль О.М., Янчик О. Г. *Основи екології*. Навчально-методичний посібник. Харків: НТУ «ХПІ». 2017. 146 с. (дата звернення: 18.05.2024).
6. Земельний кодекс України №2768-III. 2002. Редакція від 26.01.2024. URL: <http://surl.li/tvnld> (дата звернення: 17.05.2024).

7. Мезенцева І., Самко Я. Як війна впливає на якість повітря? *Хмарочос – головне інтернет-видання сучасних киян*. 2024. URL: <http://surl.li/tvljh> (дата звернення: 15.05.2024).
8. Мусінкевич І.В., Трач І.А. Вплив важких металів на навколишнє середовище та організм людини. Вінницький національний технічний університет. Вінниця. 2020. URL: <http://surl.li/nakeuf> (дата звернення: 05.05.2024).
9. Параняк Л. П., Васильцева Л.П., Макух Х. І. Шляхи надходження важких металів в довкілля та їх вплив на живі організми. Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. *Біологія тварин*. Т. 9, №1–2. 2017. С. 83–89.
10. Писаренко П., Самойлік М., Галицька М., Диченко О., Тараненко С. Дослідження впливу техногенного забруднення внаслідок воєнних дій на показники ґрунту агроценозів. *Меліорація, землеробство, рослинництво*. Полтавський державний аграрний університет. 2022. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.14> (дата звернення: 16.05.2024).
11. Проданчук М.Г., Балан Г.М., Бобильова О.О. Потенційний ризик для навколишнього середовища і здоров'я людини 1,1–диметилгідразину (гептилу) – важлива проблема хімічної та екологічної безпеки України в умовах зростання військових, диверсійних та терористичних загроз. *Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки*. Вип. 3, 2015. С.25-33
12. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України №2697-VIII від 28.02.2019. URL: <http://surl.li/akoef> (дата звернення: 20.05.2024).
13. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області у 2022 році. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 2023. URL: <http://surl.li/hfgsf> (дата звернення: 18.05.2024).
14. Рябка Ю.А., Вінніков А.І. Особливості змін біохімічних показників крові при аортокоронарному шунтуванні у пацієнтів, які проживають у промисловому місті. *Proceedings of the 15th International Scientific and Practical Conference «Scientific Research in XXI Century»* (February 16-18, 2024). Ottawa, Canada. URL: <http://surl.li/fpoqwk> (дата звернення: 21.04.2024).
15. Судова незалежна експертиза України. Чи можна пити воду, яка містить нафтопродукти? ТОВ «Судова незалежна експертиза України». Київ. 2018. URL: <http://surl.li/tuzsg> (дата звернення: 14.05.2024).
16. Ткачишин В.С., Фоменко К.С. Вплив порохових газів на організм людини. *Науковий огляд. Медицина невідкладних станів*. №6 (77). Національний медичний університет імені О.О. Богомольця. Київ. 2016.
17. Шкідливість пестицидів на організм людини. Головне управління Держпродспоживслужби в Чернівецькій області. 2019. URL: <http://surl.li/byftx> (дата звернення: 15.05.2024).
18. Щорічний звіт про стан здоров'я населення України та епідемічну ситуацію за 2022 рік. Міністерство охорони здоров'я України. Київ. 2023. URL: <http://surl.li/rebhj> (дата звернення: 20.05.2024).
19. Benzene and Cancer Risk. *American Cancer Society medical information is copyrighted material. For reprint requests, please see our*. 2023. URL: <http://surl.li/tvoda> (дата звернення: 21.05.2024).
20. Gerald, F. & O'Malley, R. (2022). Organophosphate Poisoning and Carbamate Poisoning. *MSD Manual for the Professional*. 2022. URL: <http://surl.li/smrth> (дата звернення: 20.05.2024).
21. Honda T., Pun V.C., Manjourides J., Suh H. Anemia prevalence and hemoglobin levels are associated with long-term exposure to air pollution in an older population. *Environ. Int.* 2017. P.101:125–132.
22. Ibrahim M., Noor S., Lashari Y., Rizwan S., Rehman A., Shahzad F. Effects of Environmental Pollution on Changes in Blood Biochemical Parameters. *Pak-Euro Journal of Medical and Life Sciences*; Volume 1, № 1 (2018). 2019. URL: <http://surl.li/tuszv> (дата звернення: 19.05.2024).

23. Liu N., Peng Y., Zhong X., Ma Z., He S., Li Y., Zhang W., Gong Z., Yao Z. Effects of exposure to low-dose ionizing radiation on changing platelets: a prospective cohort study. *Environ Health Prev Med.* 2021 Jan 25;26(1). URL: <http://surl.li/tujhj> (дата звернення: 18.05.2024).
24. Shah S.F.H., Shah S.H.H., Ahmad L.. A study on various pollutants in water and their effect on blood of the consumers. *Appl Water Sci* 11, 164 (2021). URL: <http://surl.li/algzqe> (дата звернення: 16.05.2024).
25. Wanzhou W., Tongjun G., Huaqi G., Xi Ch. Ambient particulate air pollution, blood cell parameters, and effect modification by psychosocial stress: Findings from two studies in three major Chinese cities. *Environmental Research.* Volume 210, July 2022. URL: <http://surl.li/tuibi> (дата звернення: 16.05.2024).
26. World Health Organization: Air quality, energy and health. 2018 URL: <http://surl.li/xxewnd> (дата звернення: 10.05.2024).
27. Xue Y., Cong J., Bai Y., Zheng P., Hu G., Kang Y., Wu Y., Cui L, Jia G., Wang T. Associations between Short-Term Air Pollution Exposure and the Peripheral Leukocyte Distribution in the Adult Male Population in Beijing, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2023 URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph20064695> (дата звернення: 21.05.2024).
28. Youngrin K., Shinhee Ye., Jongmin O., Dong-Wook L., Wonho Y., Yangho K., Eunhee H. Direct and Indirect Effects of Indoor Particulate Matter on Blood Indicators Related to Anemia. *Environ Res Public Health.* 2021 Dec; 18(24). URL: <http://surl.li/tufku> (дата звернення: 21.05.2024).
29. Zhong J., Karlsson O., Wang G., Li J., Guo Y., Lin X.C., Zemplenyi M., Sanchez-Guerra M., Trevisi L., Urch B. B vitamins attenuate the epigenetic effects of ambient fine particles in a pilot human intervention trial. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2017. URL: <http://surl.li/ejuite> (дата звернення: 16.05.2024).

References

- Anhurets, O., Khazan, P., Kolesnykova, K., Kushch, M., Chernokhova, M. & Havranek, M. (2023). Naslidky dlia dovkillia viiny rosii proty Ukrainy [Consequences for the environment of Russia's war against Ukraine]. *Elektronne naukovo-populiarne vydannia. Vidnovleno z <http://surl.li/kgblr>* [in Ukrainian].
- Arkhipova, H. I., Mudrak, T. O. & Zavertana D. V. (2010). Vplyv nadlyshkovoho vmistu vazhkykh metaliv u pytnii vodi na orhanizm liudyny [The influence of excessive content of heavy metals in drinking water on the human body]. *Visnyk NAU.* 2010. № 1. S. 232-235 [in Ukrainian].
- Benzene and Cancer Risk (2023). *American Cancer Society medical information is copyrighted material. For reprint requests, please see our.* Retrieved from <http://surl.li/tvoda> [in English].
- Dreval, O.M. & Yanchyk, O. H. (2017). *Osnovy ekolohii [Basics of ecology]. Navchalno-metodychnyi posibnyk.* Kharkiv: NTU «KhPI», 146 s. [in Ukrainian].
- Gerald, F. & O'Malley, R. (2022). Organophosphate Poisoning and Carbamate Poisoning. *MSD Manual for the Professional.* 2022. Retrieved from <http://surl.li/smrth> [in English].
- Honda, T., Pun, V.C., Manjourides, J. & Suh, H. (2017). Anemia prevalence and hemoglobin levels are associated with long-term exposure to air pollution in an older population. *Environ. Int.* 2017;101:125–132 [in English].
- Hrushanska N.H., Kostenko V.M., Obruch M.M., Tsvilikhovskiy M.I. Vmist vazhkykh metaliv u krovii koriv pivnichno-skhidnoi bioheokhimichnoi zony za riznykh tekhnolohii utrymannia [The content of heavy metals in the blood of cows of the northeastern biogeochemical zone under different technologies of keeping.]. *Visnyk ZhNAEU,* 2017, № 1 (58), t. 1. Vidnovleno z <http://surl.li/cbvjbu> [in Ukrainian].
- Ibrahim, M., Noor, S., Lashari, Y., Rizwan, S., Rehman, A. & Shahzad, F. (2019). Effects of Environmental Pollution on Changes in Blood Biochemical Parameters. *Pak-Euro Journal of Medical and Life Sciences;* Volume 1, № 1 (2018). Retrieved from <http://surl.li/tuszv> [in English].

9. Klasyfikatsiia pestytsydiv (2017) [Classification of pesticides]. Materialy dlia dystantsiinoho navchannia. Lektsiia. Tavriiskyi derzhavnyi ahrotekhnolohichniy universytet imeni Dmytra Motornoho. Melitopol [in Ukrainian].
10. Liu, N., Peng, Y., Zhong, X., Ma, Z., He, S., Li, Y., Zhang, W., Gong, Z. & Yao, Z. (2021) Effects of exposure to low-dose ionizing radiation on changing platelets: a prospective cohort study. *Environ Health Prev Med.* 2021 Jan 25;26(1). Retrieved <http://surl.li/tujhj> [in English].
11. Mieziatseva, I. & Samko, Ya. (2024). Yak viina vplyvaie na yakist povitria? [How does war affect air quality?]. *Khmarochos – holovne internet-vydannia suchasnykh kyian.* Vidnovleno z <http://surl.li/tvljh> [in Ukrainian].
12. Musinkevych, I.V., Trach, I.A. (2020). Vplyv vazhkykh metaliv na navkolyshnie seredovyshe ta orhanizm liudyny [Impact of heavy metals on the environment and the human body]. *Vinnytskyi natsionalnyi tekhnichniy universytet. Vinnytsia* [in Ukrainian].
13. Prodanchuk, M.H., Balan, H.M. & Bobylova, O.O. (2015). Potentsiinyi ryzyk dlia navkolyshnoho seredovyscha i zdorovia liudyny 1,1–dymetylhidrazynu (heptylu) – vazhlyva problema khimichnoi ta ekolohichnoi bezpeky Ukrainy v umovakh zrostannia viiskovykh, dyversiynykh ta terorystychnykh zahroz [The potential risk for the environment and human health of 1,1-dimethylhydrazine (heptyl) is an important problem of chemical and ecological security of Ukraine in the conditions of high growth, diversity and terrorist threats]. *Suchasni problemy toksykolohii, kharchovoi ta khimichnoi bezpeky* [Modern problems of toxicology, food and chemical safety]. Vyp. 3 [in Ukrainian].
14. Pysarenko, P., Samoilik, M., Halytska, M., Dychenko, O. & Taranenko, S. (2022). Doslidzhennia vplyvu tekhnogennoho zabrudnennia vnaslidok voiennykh dii na pokaznyky gruntu ahrotsenoziv [Studies of the impact of technogenic pollution as a result of military operations on soil indicators of agrocenoses]. *Melioratsiia, zemlerobstvo, roslynnystvo* [Reclamation, agriculture, plant breeding]. *Poltavskiy derzhavnyi ahrarniy universytet* [in Ukrainian].
15. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Sumskii oblasti u 2022 rotsi (2023) [Regional report on the state of the natural environment in the Sumy region in 2022]. *Ministerstvo zakhystu dokillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy.* Vidnovleno z <http://surl.li/hfgsf> [in Ukrainian].
16. Riabka, Iu.A. & Vinnikov, A.I. (2024). Osoblyvosti zmin biokhimichnykh pokaznykiv krovi pry aortokoronarnomu shuntuvanni u patsientiv, yaki prozhyvaiu u promyslovomu misti [Peculiarities of changes in biochemical blood parameters during coronary artery bypass grafting in patients living in an industrial city]. *Proceedings of the 15th International Scientific and Practical Conference «Scientific Research in XXI Century»* (February 16-18, 2024). Ottawa, Canada [in Ukrainian].
17. Shah, S.F.H., Shah, S.H.H., Ahmad, L. et al. (2021) A study on various pollutants in water and their effect on blood of the consumers. *Appl Water Sci* 11, 164 (2021) [in English].
18. Shchorichnyi zvit pro stan zdorovia naseleння Ukrainy ta epidemichnu sytuatsiiu za 2022 rik (2023) [Annual report on the state of health of the population of Ukraine and the epidemic situation for 2022]. *Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy.* Kyiv. Vidnovleno z <http://surl.li/rebhj> [in Ukrainian].
19. Shkidlyvist pestytsydiv na orhanizm liudyny (2019) [Pesticides are harmful to the human body]. *Holovne upravlinnia Derzhprodsposhyvsluzhby v Chernivetskii oblasti.* Vidnovleno z <http://surl.li/byftx> [in Ukrainian].
20. Sudova nezalezna ekspertyza Ukrainy. Chy mozha pyty vodu, yaka mistyt naftoprodukty? [Independent forensic examination of Ukraine. Is it possible to drink water containing petroleum products?]. *TOV «Sudova nezalezna ekspertyza Ukrainy».* Kyiv. 2018. Vidnovleno z <http://surl.li/tuzsg> [in Ukrainian].
21. Tkachyshyn, V.S. & Fomenko, K.S. (2016). Vplyv porokhovykh haziv na orhanizm liudyny [The effect of powder gases on the human body]. *Naukovyi ohliad. Medytsyna nevidkladnykh staniv* [Emergency medicine]. №6 (77). *Natsionalnyi medychniy universytet imeni O.O.Bohomoltsia.* Kyiv [in Ukrainian].
22. Viter, N.H. (2019). Promyslova ekolohiia [Industrial ecology]. *Metodychni rekomendatsii dlia provedennia praktychnykh ta samostiinykh robit studentiv fakultetu ahronomii*

ta lisivnytstva dennoi ta zaochnoi formy navchannia haluz znan 10 «Pryrodnychi nauky» zi spetsialnosti 101 «Ekolohiia» osvithnoho stupenia «Mahistr». Vinnytsia: VNAU – 2019. – 126 s. [in Ukrainian].

23. Vplyv khimichnoho skladu ta mikroelementiv vody pytnoi na orhanizm liudyny (2022) [The influence of the chemical composition and trace elements of drinking water on the human body]. *Chernihivskiyi oblasnyi tsentr kontroliu ta profilaktyky khvorob*. Vidnovleno z <http://surl.li/smrsm> [in Ukrainian].

24. Wanzhou, W., Tongjun, G., Huaqi, G., Xi, Ch. et al. (2022) Ambient particulate air pollution, blood cell parameters, and effect modification by psychosocial stress: Findings from two studies in three major Chinese cities. *Environmental Research*. Volume 210, July 2022. Retrieved <http://surl.li/tuibi> [in English].

25. World Health Organization: Air quality, energy and health (2018) URL: <http://surl.li/xxewnd> [in English].

26. Xue, Y., Cong, J., Bai, Y., Zheng, P., Hu, G., Kang, Y., Wu, Y., Cui, L., Jia, G & Wang, T. (2023). Associations between Short-Term Air Pollution Exposure and the Peripheral Leukocyte Distribution in the Adult Male Population in Beijing, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/ijerph20064695> [in English].

27. Youngrin, K., Shinhee, Ye., Jongmin, Oh. Dong-Wook, L., Wonho, Y., Yangho, K. & Eunhee, H. (2021). Direct and Indirect Effects of Indoor Particulate Matter on Blood Indicators Related to Anemia. *Environ Res Public Health*. 2021 Dec; 18(24). Retrieved from <http://surl.li/tufku> [in English].

28. Zakon Ukrainy «Pro Osnovni zasady (stratehiiu) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2030 roku» №2697-VIII vid 28.02.2019 (2019) [The Law of Ukraine "On the Basic Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine for the Period Until 2030"]. Vidnovleno z <http://surl.li/akoef> [in Ukrainian].

29. Zemelnyi kodeks Ukrainy №2768-III (2002) [Land Code of Ukraine]. Vidnovleno z <http://surl.li/tvnld> [in Ukrainian].

30. Zhong, J., Karlsson, O., Wang, G., Li, J., Guo, Y., Lin, X.C., Zemplenyi, M., Sanchez-Guerra, M., Trevisi, L., Urch, B. et al. (2017). B vitamins attenuate the epigenetic effects of ambient fine particles in a pilot human intervention trial. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 114, 3503–3508 [in English].

Karnaushenko D.

graduate student of the
department of human biology and methods of teaching chemistry
Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko
dimonkark@ukr.net
orcid.org/0009-0000-0244-3866

Vakal Y.

senior lecturer, doctor of philosophy
department of human biology and methods of teaching chemistry
Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko
julia.vakal@sspu.edu.ua
orcid.org/0000-0002-8722-7683

CHANGE OF HEMATOLOGICAL INDICATORS OF BLOOD UNDER THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL POLLUTION (OVERVIEW OF THE PROBLEM)

The article examines the effect of man-made pollution on the hematological indicators of human blood. The analysis of literary sources made it possible to establish that in Ukraine over the past five years, the level of morbidity among children and adults is the highest for

all main classes of diseases. Of particular concern is the growth of diseases of the blood and blood-forming organs. It has been established that man-made pollution has a negative effect on the hematological indicators of human blood. The main hematological markers used to diagnose changes in the human body under the influence of technogenic factors are the level of hemoglobin, the number of erythrocytes, leukocytes and platelets. The main types of man-made pollution and pollutants of the main components of the environment – atmospheric air, water resources, soil – were determined, including: gaseous substances, solid dust particles, heavy metals, nitrogen oxides, sulfur, chlorine compounds, fluorine, petroleum products, radioactive radiation, industrial effluents, use of pesticides. The analysis of scientific works, databases of medical and biological profile was carried out and it was found that most of the works are devoted to atmospheric air pollution by solid particles (PM2.5 and PM10), nitrogen and sulfur dioxides, aromatic hydrocarbons (benzene) and carbon oxides. The results of research on the long-term and systemic effects of ionizing radiation, heavy metals present in drinking water and soil (from where they later enter the human body through the circulation of substances), sewage treatment plant effluents, pesticides and fertilizers are also presented. Special attention is paid to the study of the impact of Russia's armed aggression, because rocket and artillery fire releases hazardous chemicals: depleted uranium, its oxides, heptyl, compounds of mercury, lead, strontium, and aluminum. The connection between the emission of dangerous substances and blood diseases is reflected – the works of Ukrainian and foreign scientists are studied and the influence of man-made pressure on hematological indicators of blood is described (leukopenia and leukocytosis, blood cancer and increased risks of infections due to the weakening of the body's immune response; a critical decrease in platelets, which leads to anemia, hemolysis or an increase in erythrocytes (erythrocytosis, change in their shape, impaired functions).

Key words: technogenic pollution, technogenic pollutant, atmospheric air pollution, heavy metals, leukocytes, leukocytosis, leukemia, erythrocytes, anemia, erythrocytosis.

**Стаття до редакції надійшла 10.06.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 24.06.2024 року**

НОРМАЛЬНА І ПАТОЛОГІЧНА АНАТОМІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН

УДК 616.1-053.4

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-65-70

Василега П. А.

доктор філософії в галузі біології, вчитель біології та хімії,
Школа I-III ступенів №309 Дарницького району м. Києва
p.vasyleha@gmail.com
orcid.org/0000-0001-7758-9974

Назарук В. М.

заступник директора з навчально-виховної роботи,
Школа I-III ступенів №309 Дарницького району м. Києва
nazarukva@ukr.net
orcid.org/0009-0004-4649-0102

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ У ДІТЕЙ 6–10 РОКІВ

На сьогодні об'єм наукових досліджень, що характеризує взаємозв'язок «серцево-судинна система – здоров'я дітей», щоразу зростає. Тенденція погіршення здоров'я дитячого населення обумовлена широким спектром біологічних та соціальних факторів, які знаходяться в конвергентному зв'язку. Фізично неактивний стиль життя, відсутність фізіологічно необхідної кількості фізичних навантажень, поширення інфекційних захворювань, далеко не повний список факторів, що впливають на показники функціонування серцево-судинної системи дітей. Дослідження спрямоване на аналіз показників функціонування серцево-судинної системи у дітей 6-10 років. В роботі розглянуті такі параметри, як середнє значення частоти серцевих скорочень, систолічного і діастолічного артеріального тиску, пульсового тиску, систолічного та хвилинного об'єму крові. Дослідження включало аналіз даних з використанням статистичних методів для оцінки середніх значень і стандартних відхилень для кожної вікової групи. Результати показали, що середні значення показників знаходяться у межах вікових норм встановлених для дітей досліджуваного вікового періоду. Інформація про нормальні параметри серцево-судинної системи у дітей допомагає вчителям та шкільному персоналу краще розуміти фізіологічні особливості учнів. Це дозволяє підходити до організації фізичного виховання та спортивних занять індивідуально, враховуючи можливі ризики для здоров'я. Розуміння нормальних значень серцевих показників у дітей, їх моніторинг дозволяє медичним працівникам та педагогічним працівникам оперативно виявляти можливі та реагувати на можливі ризики. Це важливо для профілактики та реєстрації серцево-судинних захворювань серед здобувачів. Таким чином, результати дослідження можуть бути використані у навчально-виховному процесі, при організації уроків фізичної культури та спортивних заходів.

Ключові слова: серцево-судинна система, дитяче населення, артеріальний тиск, систолічний об'єм крові, хвилинний об'єм крові.

Вступ. Виявлення та моніторинг потенційних проблем серцево-судинної системи (ССС) у дітей може запобігти розвитку серйозних захворювань у майбутньому. Молодший шкільний вік є критичним періодом для формування здоров'я дитини, а дослідження функціонування ССС може бути використане для розробки програм фізичного виховання та харчування, спрямованих на зміцнення здоров'я дітей [1, 9]. Функціонування ССС безпосередньо впливає на фізичну активність та загальну витривалість дітей та рухову активність. Діти з кращими показниками ССС мають більше енергії і краще концентруються на уроках [6]. Перехід до школи та збільшення навчального навантаження є стресовими факторами, які можуть впливати на функціонування ССС. Дослідження цих показників дозволить виявити та мінімізувати негативний вплив стресу на здоров'я дітей. Аналіз показників ССС дітей дозволяє порівняти стан здоров'я дітей в конкретній школі з національними та міжнародними стандартами, визначити регіональні особливості та тренди, що може бути враховано в навчально-виховному процесі [8, 10]. Таким чином, дослідження показників функціонування ССС у дітей молодшого шкільного віку є важливим для забезпечення їхнього здоров'я, покращення навчальних досягнень та добробуту загалом. Дослідження даної проблеми знаходить своє відображення у працях таких вітчизняних та закордонних дослідників: Радзієвська М., Пангелова Н., Рубана В., Іванова О., Белікова Н., Вільчковський Е., Кузюк Л., Захожий В., Козібродський С., Кнотовіч Я., Діба Т., Діба Е., Skov M., Rasmussen P., Ghouse J. та інші.

Мета. Проаналізувати показники функціонування ССС у дітей 6–10 років.

Методи та організація дослідження. Стан ССС визначали за такими показниками: частота серцевих скорочень (ЧСС), систолічний і діастолічний артеріальний тиск, пульсовий тиск, систолічний об'єм крові (СОК), хвилинний об'єм крові (ХОК). Частоту серцевих скорочень визначали у стані відносного спокою. У спокої ЧСС фіксували пальпаторно. Вимірювання величин артеріального тиску проводили з використанням методу Н.С.Короткова в положенні сидячи. Вимірювання вказаних показників проводилося тричі, для статистичної обробки обирали середні значення [2]. Для кількісних показників розраховували середнє арифметичне (М) і стандартну помилку середнього (m). Дослідження проведено на базі школи I-III ступенів №309 Дарницького району м. Києва і охопило 146 здобувачів віком 6–10 років.

В таблицях 1-3 наведені референтні значення показників що характеризують стан серцево-судинної системи для вікової групи 6-10 років.

Таблиця 1

ЧСС у дітей молодшого шкільного віку

Вік, років	ЧСС в нормі	Межі норми
6-8	98	78-118
8-10	88	68-108

Таблиця 2

Норма артеріального тиску у дітей

Вік, років	Артеріальний тиск (мм. рт. ст.)			
	Систолічний		Діастолічний	
	min	max	min	Max
3-5	100	116	60	76
6-9	100	122	60	78
10-12	110	126	70	82

Робота виконана відповідно до «Етичних принципів медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження» Гельсінської декларації [3]., «Загальної декларації з біоетики та прав людини» [4], законодавства України.

Математична та статистична обробка даних проводилась за допомогою програми STATISTICA 8.0. Первинна підготовка проміжних розрахунків проводилась пакетом Microsoft Excel 2020.

Результати та їх обговорення. Показники функціонування серцево-судинної системи дітей 6-10 років, які прийняли участь у дослідженні приведені у таблиці 4.

Таблиця 4

Показники функціонального стану серцево-судинної системи дітей 6-10 років

Показники	6 років (n – 27) M ± m	7 років (n – 30) M ± m	8 років (n – 34) M ± m	9 років (n – 36) M ± m	10 років (n – 19) M ± m
ЧСС, уд/хв.	91,85± 4,75	92,70± 3,20	93,70± 4,75	94,15± 4,50	94,90± 3,57
Систолічний арт. тиск мм.рт. ст.	100± 6,14	98,00± 7,54	103,90± 5,71	110,70± 5,54	112,10± 6,00
Діастолічний арт. тиск мм.рт. ст.	62,50± 3,75	61,50± 4,13	67,20± 3,46	69,90± 4,52	68,52± 3,59
Пульсовий тиск, мм.рт. ст.	37,50± 2,39	36,27± 3,41	36,70± 2,25	40,80± 1,02	43,58± 2,41
СОК, мл.	40,45± 3,55	43,63± 3,75	43,63± 4,15	47,26± 3,25	52,68± 3,05
ХОК, мл.	3715,33± 192,13	4044,50± 139,61	4088,13± 207,24	4449,52± 212,67	4999,33± 188,06

Розглянувши показники функціонування ССС у дітей 6 років, можемо відмітити наступні тенденції.

Середнє значення ЧСС становлять 91,85±4,75 уд/хв., що відповідає віковій нормі, яка становить 78-118 уд/хв. Середнє значення систолічного артеріального тиску становить 100±6,14 мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі, яка становить 100-122 мм.рт.ст. Середнє значення діастолічного артеріального тиску становить 62,50±3,75 мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі, яка становить 60-78 мм.рт.ст. Середнє значення пульсового тиску 37,50±2,39 мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі, яка становить 30-40 мм.рт.ст. Середнє значення показника СОК становить 40,45±3,55 мл. що відповідає віковій нормі, яка становить 35-45 мл. Середнє значення показника ХОК становить 3715,33±192,13 мл. що відповідає віковій нормі, яка становить 3500-4000 мл.

Розглянувши показники функціонування ССС у дітей 7 років, можемо відмітити наступні тенденції.

Середнє значення ЧСС становлять 92,70±3,20 уд/хв., що відповідає віковій нормі, яка становить 78-118 уд/хв. Середнє значення систолічного артеріального тиску становить 98,00±7,54 мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі, яка становить 100-122 мм.рт.ст. Середнє значення діастолічного артеріального тиску становить 61,50±4,13 мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі, яка становить 60-78 мм.рт.ст. Середнє значення пульсового тиску 36,27±3,41 мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі,

яка становить 30–40 мм.рт.ст. Середнє значення показника СОК становить $43,63 \pm 3,75$ мл. що відповідає віковій нормі, яка становить 35–45 мл.

Середнє значення показника ХОК становить $4044,50 \pm 139,61$ мл. що відповідає віковій нормі, яка становить 3500–4000 мл.

Розглянувши показники функціонування ССС у дітей 8 років, можемо відмітити наступні тенденції.

Середнє значення ЧСС становлять $93,70 \pm 4,75$ уд/хв., що відповідає віковій нормі, яка становить 78–118 уд/хв. Середнє значення систолічного артеріального тиску становить $103,90 \pm 5,71$ мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі, яка становить 100–122 мм.рт.ст. Середнє значення діастолічного артеріального тиску становить $67,20 \pm 3,46$ мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі, яка становить 60–78 мм.рт.ст. Середнє значення пульсового тиску $36,70 \pm 2,25$ мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі, яка становить 30–40 мм.рт.ст. Середнє значення показника СОК становить $43,63 \pm 4,15$ мл. що відповідає віковій нормі, яка становить 35–45 мл. Середнє значення показника ХОК становить $4088,13 \pm 207,24$ мл., що $4088,13 \pm 207,24$, яка становить 3500–4500 мл.

Розглянувши показники функціонування ССС у дітей 9 років, можемо відмітити наступні тенденції.

Середнє значення ЧСС становлять $94,15 \pm 4,50$ уд/хв., що відповідає віковій нормі, яка становить 78–108 уд/хв. Середнє значення систолічного артеріального тиску становить $110,70 \pm 5,54$ мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі, яка становить 100–122 мм.рт.ст. Середнє значення діастолічного артеріального тиску становить $69,90 \pm 4,52$ мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі, яка становить 60–78 мм.рт.ст. Середнє значення пульсового тиску $40,80 \pm 1,02$ мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі, яка становить 30–40 мм.рт.ст. Середнє значення показника СОК становить $47,26 \pm 3,25$ мл. що відповідає віковій нормі, яка становить 35–45 мл. Середнє значення показника ХОК становить $4449,52 \pm 212,67$ мл., що відповідає віковій нормі, яка становить 3500–4500 мл.

Розглянувши показники функціонування ССС у дітей 10 років, можемо відмітити наступні тенденції.

Середнє значення ЧСС становлять $94,90 \pm 3,57$ уд/хв., що відповідає віковій нормі, яка становить 68–108 уд/хв. Середнє значення систолічного артеріального тиску становить $112,10 \pm 6,00$ мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі, яка становить 110–126 мм.рт.ст. Середнє значення діастолічного артеріального тиску становить $68,52 \pm 3,59$ мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі, яка становить 70–82 мм.рт.ст. Середнє значення пульсового тиску $43,58 \pm 2,41$ мм.рт.ст., що відповідає віковій нормі, яка становить 35–45 мм.рт.ст. Середнє значення показника СОК становить $52,68 \pm 3,05$ мл. що відповідає віковій нормі, яка становить 35–45 мл.

Середнє значення показника ХОК становить $4999,33 \pm 188,06$ мл. що відповідає віковій нормі, яка становить 4000–5500 мл.

Висновки. Розглянувши показники функціонування ССС у дітей 6–10 років, можемо зробити наступні висновки.

У дітей 6–10 років усі показники функціонування ССС знаходяться у межах норми для дітей даного вікового періоду. Аналіз показників на індивідуальному рівні відмічає наявність варіацій, які обумовлені індивідуальними особливостями дитячого організму. Найбільші коливання показників відмічені у показниках ЧСС, систолічного та діастолічного артеріальних тисків.

Індивідуальний підхід до організації фізичного виховання та спортивних занять, з урахуванням можливих ризиків для здоров'я, дозволяє оперативно виявляти та реагувати на потенційні загрози завдяки розумінню нормальних значень серцевих показників у дітей та їх моніторингу. Це важливо для профілактики та виявлення серцево-судинних захворювань серед учнів, що сприяє ефективній організації уроків фізичної культури та спортивних заходів.

Література

1. Белікова Н.О., Захожий В.В., Козібродський С.П. Педагогічна діагностика в системі фізичного виховання учнів загальноосвітніх навчальних закладів : кол. моногр. Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2015. 240 с.
2. Василега П.А. Аналіз впливу COVID-19 на стан здоров'я та діяльність серцево-судинної системи дітей 7-9 років. *Актуальні проблеми сучасної медицини*: Том 23, вип. 2 (82), частина 2, 2023 С 117-123.
3. Вільчковський Е.С., Денисенко Н.Ф., Цьось А.В., Шиян Б.М. Оптимізація фізичного виховання дитини у вітчизняній системі освіти : монографія. Запоріжжя : ЗОІППО, 2010. 250 с.
4. Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. (Дата звернення: 18.06.2024).
5. Загальна декларація про біоетику та права людини. Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf>. (Дата звернення: 18.06.2024).
6. Іванова О.І. Проблеми профілактики захворювань та фізичного розвитку дітей. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2009. № 2. С.193-196.
7. Кузюк Л.Г., Ігнатова Т.Б., Маковкіна Ю.А. Стан резервних можливостей організму дітей віком 6–17 років за показниками функціональних проб кардіореспіраторної системи. *Перинатология и педиатрия*. 2010. № 1(41). С. 56-61.
8. Кумар В., Аббас А.К., Астер Д.К. та ін. Основи патології за Робінсоном і Кумаром: пер. 11-го англ. вид. / пер. з англ. І. Сорокіна, С. Гичка, І. Давиденко. Київ: ВСВ «Медицина», 2023. 856 с.
9. Маслюк В.Д., Раднюк Ю.О., Сирота Б.В., Баланюк І.В. Ураження серцево-судинної системи у хворих на COVID-19. *Медична наука України*. 2022. Том 18. №2. С. 45–54.
10. Радзівєвська М.П., Радзівєвський П.О., Кнотовіч Я., Диба Т.Г., Диба Е.В., Нестерова Т.В. Аналіз залежності стилю життя і деяких параметрів захворювальності органів дихання дітей 7-9 років в Польщі і на Україні. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2013. № 10. С. 60–67.

References

1. Bielikova N.O., Zakhozhyi V.V., Kozibrodskiy S.P. (2015) Pedagogichna diahnostyka v systemi fizychnoho vykhovannia uchniv zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv [Pedagogical diagnostics in the system of physical education of students in general educational institutions]. kolektyvna monohrafiia. Lutsk [in Ukrainian]
2. Vasilega P. A. (2023) Analiz vplivu COVID-19 na stan zdorovij ta dijnist strctvo-sudinnoi sistemi ditey 7-9 rokiv [Analysis of the impact of COVID-19 on the state of health and activity of the cardiovascular system of children 7-9 years old.] Aktualni problem suchasnoi medicine [Actual problems of modern medicine] V 23, №. 2 (82), part 2, P. 117-123. [in Ukrainian]
3. Vilchkovskiy E.S., Denysenko N.F., Tsos A.V., Shyian B.M. (2010) Optymizatsiia fizychnoho vykhovannia dytyny u vitchyzniani systemi osvity [Optimization of physical education for children in the national education system]. monohrafiia. Zaporizhzhia [in Ukrainian]
4. Helsinska deklaratsiia Vsesvitnoi medychnoi asotsiatsii «Etychni pryntsyipy medychnykh doslidzhen za uchastiu liudyny u yakosti obiehta doslidzhennia». (2008 October 1). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. [in Ukrainian].
5. Zahalna deklaratsiia pro bioetyku ta prava liudyny. Orhanizatsiia Obiednanykh Natsii z pytan osvity, nauky i kultury: viddil etyky nauky i tekhnolohii: sektor sotsialnykh i humanitarnykh nauk. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf>. [in Ukrainian].
6. Ivanova O.I. (2009) Problemy profilaktyky zakhvoriuvan ta fizychnoho rozvytku ditei [Problems of disease prevention and physical development of children]. Slobozhanskyi naukovosportyvnyi visnyk. [Slobozhanskyi Scientific and Sports Bulletin], 2, 193-196 [in Ukrainian].
7. Kuziuk L.H., Ihnatova T.B., Makovkina Yu.A. (2010) Stan rezervnykh mozhlyvostei orhanizmu ditei vikom 6–17 rokiv za pokaznykamy funktsionalnykh prob kardiorespiratornoi systemy [The state of reserve capabilities of the organism in children aged 6–17 years based on the indicators of functional tests of the cardiorespiratory system]. *Perynatolohiia y pedyatryia*. [Perinatology and Pediatrics], 1(41), 56-61 [in Ukrainian].

8. Kumar, V., Abbas, A.K., Aster, D.K. (2023). Osnovy patolohii za Robbinsonom i Kumarom: per. 11-ho anhl.. vyd. [Robbins & Kumar Basic pathology]. Kyiv: VSV «Medytsyna». [in Ukrainian].

9. Masliuk, V.D., Radniuk, Yu.O., Syrota, B.V., Balaniuk, I.V. (2022). Urazhennia sertsevo-sudynnoi systemy u khvorykh na COVID-19 [Damage to the cardiovascular system in patients with COVID-19]. *Medychna nauka Ukrainy* [Medical science of Ukraine], 2, 45–54. [in Ukrainian].

10. Radzиеvska M.P., Radzиеvskiy P.O., Knotovich Ya., Dyba T.H., Dyba E.V., Nesterova T.V. (2013) Analiz zalezhnosti stylu zhyttia i deiakyykh parametriv zakhvoriuvnosti orhaniv dykhannia ditei 7-9 rokiv v Polshchi i na Ukraini [Analysis of the relationship between lifestyle and certain parameters of respiratory organ morbidity in children aged 7-9 years in Poland and Ukraine.] *Pedahohika, psykholohiia ta medyko-biolohichni problemy fizychnoho vykhovannia i sportu*. [Pedagogy, psychology, and medical-biological issues in physical education and sports], 10, 60-67. [in Ukrainian].

Vasyleha P.

Ph.D., teacher of biology and chemistry,
School I-III Degrees No. 309, Darnytskyi District, Kyiv
p.vasyleha@gmail.com
orcid.org/0000-0001-7758-9974

Nazaruk V.

Deputy Director of Educational Work,
School I-III Degrees No. 309, Darnytskyi District, Kyiv
nazarukva@ukr.net
orcid.org/0009-0004-4649-0102

ANALYSIS OF CARDIOVASCULAR SYSTEM FUNCTIONING INDICATORS IN CHILDREN AGE 6–10 YEARS

Today, the volume of scientific research characterizing the relationship within the "cardiovascular system – children's health" continuum is steadily increasing. The trend of deteriorating child health is attributed to a broad spectrum of biological and social factors that are interconnected. A physically inactive lifestyle, lack of physiologically necessary physical activity, and the prevalence of infectious diseases are just a few of the factors influencing cardiovascular functioning in children. The study aimed to analyze cardiovascular system indicators in children aged 6-10 years. The parameters examined included average heart rate, systolic and diastolic blood pressure, pulse pressure, systolic and minute blood volume. The research involved data analysis using statistical methods to assess mean values and standard deviations for each age group. The results indicated that the average values of the indicators fall within the age-specific norms established for the children in the study age range. Information about normal cardiovascular parameters in children helps teachers and school personnel better understand the physiological characteristics of students. This enables individualized approaches to organizing physical education and sports activities while considering potential health risks. Understanding normal heart rate values in children and monitoring them allows medical and educational staff to promptly identify and respond to possible risks. This is crucial for preventing and registering cardiovascular diseases among students. Therefore, the findings of the study can be applied in the educational process, particularly in the organization of physical education classes and sports events.

Key words: cardiovascular system, children's population, heart rate, blood pressure, systolic blood volume, minute blood volume, motor activity.

**Стаття до редакції надійшла 29.05.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 17.06.2024 року**

УДК 572.71 (477.51.5) «16/18»
 DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-71-85

Долженко Ю. В.

аспірант Ніжинського державного
 університету імені Миколи Гоголя,
 молодший науковий співробітник
 Інституту археології НАН України
 yuriy_dolzhenko@ukr.net
 orcid.org/0000-0001-9807-283

**АНТРОПОЛОГІЧНА СТРУКТУРА УКРАЇНЦІВ ЧЕРНІГОВО-СІВЕРЩИНИ
 XVII–XIX СТ. (ЧОЛОВІКИ)**

Статтю присвячено внутрішньогруповому аналізу чоловічої краніологічної серії XVII–XIX ст. з Чернігово-Сіверщини. Гіпотеза. Дослідженням перевіряється гіпотеза про те, що поховані чоловіки з Чернігово-Сіверщини за складом були морфологічно неоднорідні. Постановка проблеми. Результати антропологічних досліджень населення Чернігово-Сіверщини XVII–XIX ст. поки що залишаються слабо висвітленими в наукових публікаціях. Вивчення антропологічного складу населення XVII–XIX ст. території України є важливою ланкою при дослідженні етногенезу на теренах України. Формування антропологічного складу українців Східного Полісся XVII–XIX ст. та його подальшого розвитку все ще залишається актуальною проблемою. Антропологія дає змогу визначити склад та ступінь фізичної спорідненості популяцій; з'ясувати вихідні території для груп, що мігрували, та простежити напрямок їхнього руху; висвітлити роль окремих етнічних компонентів у формуванні українців; визначити співвідношення місцевого та прибулого населення на окремій території, намітити напрямок їхніх генетичних зв'язків. Матеріал і методи. Матеріали для дослідження були отримані під час розкопок В. П. Коваленка, О. Б. Коваленка, О. П. Моці, О. Є. Черненко, О. Є. Веремейчик, Г. В. Жарова, А. Казакова, Ю. М. Ситого, В. І. Мезенцева, З. Козута, В. М. Скорохода, Т. М. Жарової, В. В. Рижого 2009–2021 рр., а також було враховано черепи, отримані при мацерації трупного матеріалу в різних клініках сучасної України та європейської частини РФ 1846–1929 рр., які повторно виміряв В. П. Алексєєв. В основі дослідження лежить принцип об'єктивності, було використано загальнонаукові (аналіз та синтез) і антропологічні методики. В роботі використано застосовано комп'ютерні програми, які створили Б. О. та О. Г. Козінцеви 1991 р. До внутрішньогрупового багатовимірного аналізу залучено 13 краніометричних ознак за Р. Мартіном. Мета роботи – ввести в науковий обіг новий краніологічний матеріал і після внутрішньогрупового аналізу визначити морфологічну структуру чоловіків з Чернігово-Сіверщини XVII–XIX ст., виявити краніологічні варіанти в її складі. А також дати загальну морфологічну характеристику виявленим чоловічим варіантам на тлі суміжних етнічних груп України та Східної Європи (синхроністичний метод), визначити відстані між окремими варіантами та серіями XII–XIX ст. за допомогою багатовимірного канонічного та кластерного аналізу і з'ясувати місце цих варіантів із Чернігово-Сіверщини в системі краніологічних типів Східної Європи. Результати. Вперше подається внутрішньогруповий аналіз серії чоловічих черепів Чернігово-Сіверщини методом канонічного аналізу. До аналізу було залучено 67 чоловічих черепів з поховань XVII–XIX ст. з Чернігово-Сіверщини. Завдяки наявності в складі загальної чоловічої вибірки чотирьох краніологічних варіантів підтверджено її неоднорідність. Висновки. При порівнянні чоловічих досліджуваних варіантів із синхронними та більш ранніми серіями XII–XIX ст. зі Східної, Центральної та Західної Європи методом багатовимірного канонічного

та кластерного аналізу відзначено їхню подібність до черепів з Волині і певною мірою київського Подолу та Вінниці.

Ключові слова: Чернігово-Сіверщина, краніологія, морфологія, людський череп, фізична антропологія, біологія індивідуального розвитку, *Homo sapiens*. расовий тип, ейдномія, біологічний фактор, метисація, європеїдна раса, анатомія людини.

Людський череп є високоорганізованою структурою, що виникає в результаті взаємодії багатофункціональної анатомії, структурних адаптацій та еволюції [11, р. 559]. В антропології, черепам було присвячено дослідження на різноманітні теми, які передусім оберталися навколо взаємозалежності між конкретними фізичними об'єктами – черепами – та певними абстрактними категоріями – расами [10, р. 127–128]. Протягом останнього століття антропологічний дискурс зазнав кардинальних змін. Соціально-конструктивістський погляд на расу тривалий час формувався в американській антропології. Втім, типологічний підхід залишається важливим для фахівців із фізичної антропології в багатьох аспектах: розуміння людської варіативності, зв'язків між популяціями та еволюції людини [8, р. 103].

Досліджувати морфологічні характеристики типу *Homo sapiens* важливо для виявлення багатьох спірних явищ у морфології та расогенезі, що відбулись у XIV–XIX ст., як-от зменшення випинання потилиці, великий кут випинання носа, великий відсоток брахікранних черепів. Вивчення антропологічного складу населення XVII–XIX ст. є важливою ланкою при дослідженні етногенезу на теренах України. Формування антропологічного складу українців Східного Полісся XVII–XIX ст. та його подальшого розвитку все ще залишається актуальною проблемою. Антропологія дає змогу визначити склад та ступінь спорідненості популяцій; з'ясувати вихідні території для груп, що мігрували, та простежити напрямки їхнього руху; висвітлити роль окремих етнічних компонентів у формуванні українців; визначити співвідношення місцевого та прибулого населення на окремій території, намітити напрямки їхніх генетичних зв'язків.

Мета дослідження – ввести в науковий обіг новий краніологічний матеріал і після внутрішньогрупового аналізу визначити морфологічну структуру чоловіків з Чернігово-Сіверщини XVII–XIX ст., виявити краніологічні варіанти в її складі. А також дати загальну морфологічну характеристику виявленим чоловічим варіантам на тлі суміжних етнічних груп України та Східної Європи (синхроністичний метод), визначити часово-просторові характеристики між окремими варіантами та серіями XII–XIX ст. за допомогою багатовимірного канонічного та кластерного аналізу і з'ясувати місце цих варіантів із Чернігово-Сіверщини в системі краніологічних типів Східної Європи.

Матеріал та методика. У цій роботі автор дослідив 107 чоловічих черепів XVII–XIX ст. із Чернігово-Сіверщини (Табл. 1). Середні дані та характеристика певної частини були опубліковані раніше, де подавався їхній детальний опис [2, с. 66–75], тому в цій статті характеристики збірної серії не подаємо. З огляду на те, що не всі черепи вціліли повністю, певна кількість їх фрагментована, за індивідуальними даними для внутрішнього багатовимірного аналізу відібрано тільки 67 черепи.

На відміну від попередньої роботи [2, с. 66–75], до загальної чоловічої серії Чернігово-Сіверщини (Табл. 1) ввійшли такі краніологічні групи: м. Любеч – два черепи XVII ст., м. Остер – чотири черепи XVII ст.; с. Виповзів – три черепи; Батурич – 76 черепів XVII–XVIII ст.; Глухів – один чоловічий череп XVIII ст.; Датування поховань із м. Чернігів іще триває, тому місто представлено на сьогодні тільки п'ятьма черепами XVII–XIX ст. З м. Остер – три чоловічих черепи. З невстановлених населених пунктів Чернігівської губернії – 14 чоловічих черепів, які ввійшли в науковий обіг В. П. Алексєєв [Докладніше про походження матеріалів та авторів, які їх ввели в науковий обіг див.: 1]. З м. Прилуки – один чоловічий череп [7], с. Залуцьке (ур. Стайкин Верх) – п'ять

черепів XVIII ст. [3], залучено й чоловічий череп із поховання 1 в с. Рогинці Сумської обл. [5; 6].

Скелетні останки із поховань було опрацьовано в Інституті археології НАН України. Черепа вимірювалися за стандартною (широкою) краніологічною методикою. За Р. Мартіном вказувалася нумерація ознак, Краніометрична точка лямбда визначалася за методом Л. Г. Д. Бакстона та Г. Д. Моранта. Назомалярний та зигомаксиллярний кути горизонтального профілювання обличчя вираховувалися за допомогою номограми. Для кількісної оцінки міри прояву монголоїдних рис використовувалися традиційні показники: загальний індекс сплюсненості лицьового скелета (надалі – СЛС), преаурикулярний фаціоцеребральний показник (надалі – ПФП) і умовна частка монголоїдного елемента (надалі – УЧМЕ). Дані описувалися і аналізувалися відповідно до показників, за якими значення СЛС, менше за 20 і ПФП, менше за 90,6 показові для «чистих» європеїдів, а значення СЛС понад 80 і ПФП понад 96,8 – для «чистих» монголоїдів. Для оцінки вимірювальних ознак використовувалися таблиці з межами середніх величин ознак, які склав Г. Ф. Дебец. Стаття похованих визначалася за особливостями будови черепа й кісток посткраніального скелета, зокрема таза. Комплексно за ознаками на черепі, черепних швах, зубах встановлювався вік. Застосовувалися внутрішньогруповий багатовимірний аналіз, методи канонічного та кластерного аналізу за В. Є. Дерябіним [1].

При інтерпретації даних використано комп'ютерні програми, які створили Б. О. та О. Г. Козінцеви 1993 р., а також А. В. Громов 1996 р.

Під час внутрішньогрупового багатовимірного аналізу використано один індекс та 12 краніологічних ознак, які мають найбільшу таксономічну цінність: три основні діаметри черепної коробки, найменша ширина лоба, вилична ширина, верхня висота обличчя, висота і ширина носа, висота і ширина орбіти, кути горизонтального профілювання, симотичний індекс та кут випинання носа.

В основу краніологічної характеристики добірки покладено індивідуальні виміри та індекси черепів.

Результати досліджень та їх обговорення. Отже, в Табл. 1 наведено середні дані 107 чоловічих черепів.

Таблиця 1

**Середні розміри та індекси чоловічих черепів
з Чернігово-Сіверщини XVII–XIX ст.**

№ за Марті- ном	Ознаки	♂ (чоловіки)						
		М	n	σ	m(M)	ms	min.	max.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Поздовжній діаметр	180,2	99	6,9*	0,69	0,49	164,0	196,0
8	Поперечний діаметр	146,2	94	5,4*	0,56	0,40	133,4	160,0
17	Висотний діаметр	136,0	90	5,7*	0,60	0,42	119,0	148,0
5	Довжина основи черепа	101,9	87	4,4*	0,47	0,33	91,0	111,0
9	Найменша ширина лоба	97,8	99	4,3	0,44	0,31	88,0	109,0
10	Найбільша ширина лоба	123,6	76	5,0	0,58	0,41	111,0	133,0
11	Ширина основи черепа	128,1	70	4,7	0,57	0,40	118,0	138,7

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	Ширина потилиці	111,8	77	4,8*	0,55	0,39	101,0	126,0
45	Виличний діаметр	135,7	87	4,6**	0,50	0,35	125,0	145,1
40	Довжина основи обличчя	97,6	81	5,1	0,56	0,40	81,5	109,0
48	Верхня висота обличчя	66,7	89	3,7**	0,39	0,28	56,5	76,7
47	Повна висота обличчя	114,5	40	6,8	1,07	0,76	97,0	130,0
43	Верхня ширина обличчя	105,6	94	4,0	0,41	0,29	92,0	115,0
46	Середня ширина обличчя	96,1	82	5,4*	0,60	0,42	82,0	112,0
55	Висота носа	50,4	89	2,7	0,29	0,20	44,0	58,0
54	Ширина носа	24,7	88	1,9	0,20	0,14	20,6	29,0
51	Ширина орбіти	42,2	89	2,0*	0,21	0,15	38,0	46,4
52	Висота орбіти	32,0	89	2,1*	0,22	0,15	26,0	38,0
20	Вушна висота	116,0	85	3,7**	0,40	0,28	105,0	125,7
SC (57)	Симотична ширина	9,6	91	1,8	0,19	0,13	6,0	13,0
SS	Симотична висота	4,5	90	1,2*	0,12	0,09	2,0	6,0
DC (49a)	Дакріальна ширина	23,7	84	2,3	0,25	0,17	19,6	28,0
DS	Дакріальна висота	12,6	83	1,9*	0,21	0,15	8,0	16,0
FC	Глибина іклової ямки	-5,3	100	1,7*	0,19	0,13	-1,2	-9,5
32	Кут профілю лоба від nas.	86,9°	65	4,4*	0,55	0,39	78,0°	95,0°
GM/F N	Кут профілю чола від gl	79,0°	65	4,6*	0,57	0,40	71,0°	88,0°
72	Кут загальнолицьовий	85,7°	63	3,4*	0,43	0,30	76,0°	92,0°
73.	Кут середньої частини обличчя	86,9°	65	3,9*	0,49	0,34	74,0°	94,0°
74.	Кут альвеолярної частини обличчя	78,5°	52	6,2	0,86	0,61	63,0°	89,0°
75(1).	Кут випинання носа	30,8°	67	5,1*	0,63	0,44	20,0°	41,0°
77.	Назомаллярний кут	138,6°	85	4,7*	0,52	0,37	128,0°	151,0°
∠ Zm.	Зигомаксиллярний кут	128,4°	82	4,6**	0,51	0,36	119,0°	144,0°
	Надперенісся	2,5	107	0,9	0,11	0,08	1,0	5,0
	Надбрівні дуги	1,8	89	0,4	0,05	0,03	1,0	3,0
	Зовнішній потиличний горб	1,4	86	1,0	0,12	0,09	0,0	4,0
	Соскоподібний відросток	2,4	85	0,7	0,09	0,06	1,0	3,0
	Передньоносова ость	3,8	93	1,0	0,13	0,09	1,0	5,0

Продовження таблиці 1

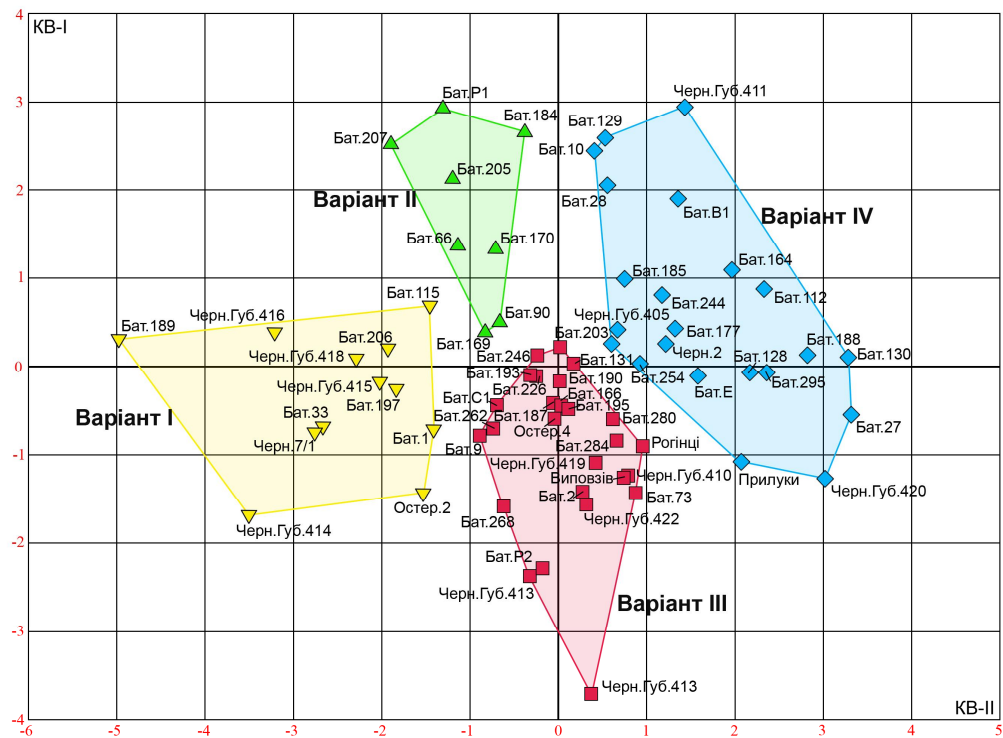
1	2	3	4	5	6	7	8	9
23а	Горизонтальна окружність через офріон	518,4	71	10,6**	1,26	0,89	492,0	541,0
Індекси:								
8:1	Черепний	81,3	94	4,4*	0,45	0,32	70,7	91,6
17:1	Висотно-поздовжній	75,6	89	3,9*	0,41	0,29	67,4	87,0
17:8	Висотно- поперечний	93,0	89	5,3*	0,56	0,39	79,6	105,8
9:8	Лобно-поперечний	66,2	92	5,2*	0,54	0,38	57,9	98,8
20:1	Висотно-поздовжній	65,0	72	2,8*	0,33	0,23	59,3	72,2
20:8	Висотно- поперечний	79,5	72	3,6	0,42	0,30	67,1	88,2
10:8	Коронарно- поперечний	84,6	80	3,1	0,35	0,24	77,6	92,3
9:10	Широтний лобний	79,4	94	3,8*	0,40	0,28	68,8	90,2
45:8	Поперечний фаціо- церебральний	92,6	73	3,6	0,42	0,30	82,2	102,2
48:17	Вертикальний фаціо- церебральний	48,8	71	3,6	0,42	0,30	36,4	57,0
9:45	Лобно-вигинний	71,8	73	3,3	0,39	0,28	61,4	78,7
10:45	Коронарно- вигинний	91,3	72	4,1*	0,49	0,35	78,9	102,4
40:5	Випинання обличчя	95,9	80	4,1	0,46	0,33	87,8	106,5
47:45	Загальний лицьовий	84,4	36	4,9**	0,82	0,58	71,7	97,3
48:45	Верхній лицьовий	49,1	82	3,5*	0,39	0,28	33,8	59,0
54:55	Носовий	49,1	88	3,8	0,41	0,29	38,7	57,2
DS:D C	Дакріальний	53,3	83	9,5*	1,04	0,74	29,6	73,2
SS:S C	Симотичний	47,4	90	11,5	1,21	0,86	26,1	83,7
52:51	Орбітний	75,9	89	4,3**	0,46	0,33	65,0	86,4
63:62	Піднебінний	79,7	75	7,9*	0,91	0,64	64,2	102,3
61:60	Щелепно- альвеолярний	116,6	67	8,2*	1,00	0,71	91,4	134,0
<p>М – середня арифметична величина; n – кількість випадків; σ – середні квадратичні відхилення; m (M) – похибка середньої арифметичної величини; ms – похибка середнього квадратичного відхилення; * перевищує стандартні величини квадратичного відхилення; ** менше за стандартні величини квадратичного відхилення.</p>								

Внутрішньогруповий аналіз. Для більшої об'єктивності в оцінці як чоловічого, так, і жіночого населення Чернігово-Сіверщини XVII–XIX ст. ми вирішили використати математичний метод. На першому етапі дослідження розглянемо структуру чоловічого населення. До багатовимірного канонічного аналізу залучено тільки 67 чоловічих черепів, про які вже йшлося, в котрих повністю представлено 12 краніометричних ознак та 1 індекс, що мають велику таксономічну цінність: три основні діаметри черепної коробки, найменша ширина лоба, вилична ширина, верхня висота

обличчя, висота й ширина носа, висота й ширина орбіти, кути горизонтального профілювання та симотичний індекс.

Перший канонічний вектор (КВ) (21,4%) визначає положення черепів уздовж осі ординат (Табл. 3), де на західному полюсі опинився череп із Батурина з поховання 189. Він займає крайнє положення з великим від'ємним значенням КВ (-4,989).

За першою і другою головними компонентами (ГК) виокремилося чотири скупчення точок (Рис. 1): усі вони розтягнулися по всьому першому координатному полю з лівої, «західної», до правої, «східної», сторони. Виділені варіанти характеризуються таким комплексом ознак (Табл. 2).



**Рис. 1. Розташування 67 чоловічих черепів із Чернігово-Сіверщини у просторі КВ I та КВ II з позначенням чотирьох краніологічних варіантів¹.
Бат. – Батурин, Черн. губ. – Чернігівська губ., Черн. – Чернігів.
Цифрами позначені номери поховань.
(Графічні рисунки створив та підготував до друку Андрій Бардецький)**

Краніологічний варіант I (Рис. 1) складається з 12 черепів. У середньому, за формою черепної коробки, характеризуються брахікранією (індекс 85,0). Поздовжній діаметр черепної коробки малих розмірів (найменша довжина із усіх варіантів), поперечний – дуже великий, а висотний – малих розмірів, за світовими стандартами. Обличчя помірне, на межі з великими категоріями розмірів. Верхня висота обличчя мала, тож верхньолицьовий індекс (47,7) указує на широке обличчя (еурієн). Довжина основи обличчя потрапляє до категорії помірних розмірів, загальний лицьовий кут свідчить про його ортогнатність. Його горизонтальне профілювання помірне на верхньому рівні й добре – на середньому (Табл. 4). Лобна кістка помірно широка.

Орбіти помірної ширини та дуже малої висоти, за показником – низькі (хамеконхія). Носовий отвір характеризується малою висотою та помірною шириною, носовий індекс входить до помірної категорії розмірів (мезоринія), на межі з великими категоріями. Випинання носа сильне, перенісся – високе.

Особливістю I варіанта можна вважати малу висоту черепної коробки та помірне профілювання обличчя. При розрахуванні показників сплюсненості лицьового скелета виявилось, що I варіант європейський, однак значення СЛС виявлено більше, ніж має бути у «чистих» європейців (30,21). Співвідношення лицьового та мозкового відділів чоловічих черепів (ПФП) варіанта I відповідно становить 92,72, отже, трохи більше, ніж 90,6. При вирахуванні умовного монголоїдного елемента виявилось, що в варіанті I відсоток УЧМЕ становить 22,53. Отже, в ньому проявилася дуже мала частка метисації (або монголоїдного компонента).

Таблиця 2

**Чотири краніологічні варіанти чоловічої вибірки XVII–XIX ст.
з Чернігово-Сіверщини**

Ознаки [7]	Варіант I N=12	Варіант II N=8	Варіант III N= 25	Варіант IV N= 22
1. Поздовжній діаметр	176,8	181,8	177,7	183,9
8. Поперечний діаметр	150,2	149,8	145,9	143,8
1:8 Черепний індекс	85,0	82,4	82,2	78,3
17. Висотний діаметр (<i>b-br</i>)	128,2	136,0	136,4	139,9
9. Найменша ширина лоба	97,0	92,7	100,2	97,9
5. Довжина основи черепа	98,9	103,5	101,4	102,7
45. Виличний діаметр	136,3	134,2	136,4	133,6
43. Верхня ширина обличчя	104,5	102,7	106,6	105,6
48. Верхня висота обличчя	66,2	66,0	67,9	65,7
48:45 Верхній лицьовий	47,7	49,3	49,8	49,1
55. Висота носа	50,3	51,3	50,8	49,7
54. Ширина носа	25,5	25,7	24,5	24,5
54:55 Носовий	50,8	50,2	48,3	49,3
51. Ширина орбіти	41,1	41,3	42,1	42,4
52. Висота орбіти	29,9	30,8	32,4	32,6
52:51 Орбітний індекс	72,8	74,6	76,9	76,9
77. Назомаллярний кут	142,6°	139,5°	138,4°	135,9°
∠Zm'. Зигмаксиллярний кут	129,9°	126,9°	127,4°	128,5°
75 (1). Кут випинання носа	30,3°	33,0°	30,4°	30,6°
SS:SC. Симотичний індекс	51,5	48,1	46,9	45,5
72. Загальний кут обличчя	85,8°	85,0°	85,1°	86,9°
9:45 Лобно-виличний	71,5	69,2	73,0	73,3
9:8 Лобно-поперечний	64,7	62,0	68,7	68,1
DS:DC Дакріальний індекс	53,5	53,8	51,0	52,4
17:1 Висотно-поздовжній	72,5	74,8	76,4	76,2
17:8 Висотно-поперечний	85,4	90,8	92,9	97,2
48:17 Вертикальний фаціо-церебральний	49,5	48,6	49,8	46,5
45:8 Поперечний фаціо-церебральний	91,0	89,6	93,2	92,9
N – кількість черепів.				

Краніологічний варіант II складається з восьми чоловічих черепів та характеризується помірним поздовжнім і великим поперечним діаметром черепної коробки. Загалом він брахікранний (82,4). Висотний діаметр черепної коробки помірний, на межі з великими категоріями розмірів. Довжина основи черепа середня (103,5). Лобна кістка вузька (найвужча з усіх виокремлених варіантів).

Ширина обличчя в краніологічному варіанті II середня, позаяк величній діаметр, виміряний на вісьмох черепах, становить 134,2 мм. Верхня висота обличчя мала, за верхньолицьовим індексом обличчя широке (еурен). Довжина основи обличчя потрапляє до категорії помірних розмірів (на межі з малими категоріями). Величина назомалярного кута мала, тож обличчя різко профільоване на рівні орбіт. На середньому рівні профілювання також сильне. Загальний кут лицьового профілю цього варіанта становить $85,0^\circ$, що вказує на ортогнатне обличчя (Табл. 2).

Орбіти помірної ширини й дуже малої висоти, відносна їх висота мала (хамеконхія). Ніс середньої висоти та помірної ширини, отже, середньоширокий за індексом (мезоринія), випнутий сильно. Перенісся помірно високе за симотичним індексом і високе – за дакріальним. Відрізняється від першого варіанта нижчим переніссям та помірно високою черепною коробкою.

Краніологічний варіант III складається із 25 чоловічих черепів. Найбільша кількість черепів у ньому дає підстави назвати його основним. Він характеризується малим поздовжнім і великим поперечним діаметром черепної коробки. Загалом він брахікранний (82,2). Висотний діаметр черепної коробки помірний. Довжина основи черепа середня. Відрізняється від другого варіанта широкою лобною кісткою, високим черепом за висотно-поздовжнім індексом (гіпсікранія), помірним фаціо-церебральним показником та середньовисокими орбітами (Табл. 2). За носовим показником варіант III характеризується найвужчим носом із усіх варіантів Чернігово-Сіверщини та найвищим обличчям.

Краніологічний варіант IV складається з 22 черепів. На відміну від попередніх цей варіант характеризується мезокранною черепною коробкою, індекс – 78,3, найвищим висотним діаметром, та, на протигагу третьому варіанту, помірно широким чолом (Табл. 2). Величній діаметр помірний (найвужче обличчя з усіх виокремлених варіантів). Обличчя ортогнатне. Вертикальний фаціо-церебральний показник дуже малий.

Простежимо зв'язки чотирьох варіантів чоловічої групи Чернігово-Сіверщини з 59 серіями Східної Європи (виняток становлять вибірки Кавказу) (Табл. 3). За даними краніометрії методом канонічного та кластерного аналізу, до якого залучалися групи з с. Підборці Дубенського р-ну; с. Лютецька XVII–XVIII ст.; київського Подолу (збірна серія) XVI–XVIII ст.; Луцька (збірна серія) XVII–XX ст.; київського Арсеналу; Рівного; Ратнева XIV–XV ст.; Жовнино XVI–XVIII ст.; Чигирини XVI–XVII ст.; київського Михайлівського монастиря XV–XVIII ст.; Вишгорода XVII ст.; Меджибіж XIV–XVI ст.; Вінниці; Стайок, м. Одеси. Білоруси представлені двома серіями: збірна група та вибірка з Полісся XVIII–XIX ст. Росіяни – з Орловської губ., Себежа, Старої Ладogi-1; Старої Ладogi-2; Ярославля XVII ст., Пскова XIV–XVI ст.; Козіна XVIII ст.; Новгороду XVI–XVIII ст.; Поріц (Порицы, Ижоры, РФ). Балти – 16 серій. Латиші представлені трьома серіями XVII–XVIII ст., які дослідила Р. Я. Денисова, – Леймані (*Leimani*) XVII–XVIII ст., Пургайлі (*Purgaili*) XVIII ст., Мартиньсала XIV–XVII ст.; трьома групами XVIII–XIX ст., котрі опрацював В. П. Алексєєв: латиші-1 (Дурбе), латиші-2 (західні) і латиші-3 з Лудзи та однією XIX ст. за Г. В. Зариня – Орманькалнс. Залучалися також литовці з м. Каунас (*Kaunas*). Однак, за припущенням дослідника литовської групи В. П. Алексєєва, литовці не становили більшості серед мешканців м. Каунаса XVIII–XIX ст., де було багато поляків і євреїв. П'ять серій естонців: Отепя (*Otepää*) XIV–XVI ст.; Кабіна (*Kabina küla*) XVII ст.; Кохтла-Ярве (*Kohtla-Järve*) XVII–XVIII ст.; Арду; Варбола (*Warbole*) XIV–XVII ст. та фіни (*suomalaiset*). Молдавани представлені однією групою: Варатік (*Văratîc*) Ришканського р-ну (XVII–XIX ст.). Окрім того, залучалися такі п'ять груп з Німеччини: Кенігсберґ (*Königsberg*) XVII–XIX ст.; Целендорф (*Zellerndorf*); Пфейфер (*Pfeifer*); Вюртемберг (*Württemberg*) та Тюбінген (*Tubingen*) [1, с. 53]. Разом з чотирма варіантами – всього 59 чоловічих серій (Табл. 3).

Таблиця 3

Дистанція між чоловічими 59 серіями та чотирма краніологічними варіантами Чернігово-Сіверщини XVII–XIX ст.

№ п/п	Групи	I KB	II KB	III KB
1	2	3	4	5
1.	Краніологічний варіант I	-1,229	-1,698	-0,462
2.	Краніологічний варіант II	-1,577	0,258	0,206
3.	Краніологічний варіант III	-1,098	0,037	0,163
4.	Краніологічний варіант IV	-0,700	1,502	0,560
5.	Поділ (м. Київ)	-0,777	0,542	0,244
6.	С. Меджибіж (Хмельниччина, Межибож)	-0,565	0,102	0,101
7.	М. Ужгород	-1,858	0,128	0,836
8.	Арсенал (м. Київ)	-0,437	-0,091	0,423
9.	М. Рівне (Волинь)	-1,280	0,278	0,411
10.	С. Ратнів (Волинь)	-1,570	0,226	0,346
11.	С. Жовнино (Черкащина; м. Желні, Русь)	-1,624	-0,026	-0,159
12.	М. Луцьк (збірна)	-1,098	0,004	0,899
13.	М. Білгород (Слобожанщина)	-0,649	0,139	0,212
14.	М. Суми	-0,498	0,241	-0,015
15.	С. Лютенька (Полтавщина)	0,271	0,191	-0,415
16.	С. Підборці (Волинь)	-1,295	0,877	0,199
17.	Степова Наддніпрянщина (збірна)	0,217	0,239	-0,321
18.	Михайлівський монастир (м. Київ)	-0,388	0,650	-0,171
19.	М. Вінниця	-1,169	0,170	0,101
20.	М. Чигирин	-0,047	0,118	0,056
21.	М. Вишгород	-0,127	0,005	0,123
22.	С. Стайки (Київщина)	0,673	0,123	-0,658
23.	Ф. Каламіта (Крим)	-0,540	0,285	-0,009
24.	С. Лукомль, РБ (центр Вітебської обл.)	0,393	-0,800	-0,617
25.	Білоруси (Полісся)	-1,105	-0,877	-0,968
26.	С. Пруси, РБ (центр Мінської обл.)	-0,255	-0,824	-0,885
27.	Білоруси (збірна) за Алексєєвим В. П.	0,362	0,475	0,019
28.	Курська губ.	0,431	-0,447	-0,784
29.	Орловська губ.	0,248	-0,295	-0,300
30.	М. Одеса	0,026	0,379	0,304
31.	Сланцевський район, РФ	0,331	0,857	-0,306
32.	М. Ярославль, РФ	-0,076	0,373	-1,316
33.	Стара Ладога-1, РФ	-0,035	-0,253	-0,566
34.	Стара Ладога-2, РФ	0,714	-0,052	-0,532
35.	М. Себеж, РФ	-0,057	-0,503	-0,514
36.	С. Варатік (рум. <i>Varatik</i>), Молдова	-0,157	-0,414	-0,897
37.	С. Козіно, РФ	-0,227	-0,807	-0,606
38.	М. Псков, РФ	0,275	-0,223	-0,564
39.	Новгород-1, РФ	0,323	-0,246	-0,526
40.	Новгород-2, РФ	0,441	-0,737	0,340
41.	С. Поріци, РФ	0,035	1,167	-1,312
42.	М. Кенігсберг (нім. <i>Königsberg</i>)	1,119	-1,252	1,383
43.	Целендорф (нім. <i>Zelldorf</i>)	0,157	-1,469	0,429

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
44.	Пфейфер (нім. <i>Pfeifer</i>)	0,690	-0,941	0,424
45.	Вюртемберг (нім. <i>Württemberg</i>)	0,540	-1,550	0,852
46.	М. Тюбінген (нім. <i>Tübingen</i>)	0,767	-1,406	0,401
47.	С. Тервете (латис. <i>Tērvete</i>), латиші	0,992	1,018	1,064
48.	С. Леймані (латис. <i>Leimaņi</i>), латиші	0,919	1,286	0,697
49.	Посел. Пургайлі (латис. <i>Purgaiļi</i>), центральна частина Відземе (<i>Vidzeme</i>), латиші	0,469	1,209	-0,323
50.	Мартиньсала (лат. <i>castrum Holme</i>), латиші	0,828	0,762	0,479
51.	С Кабіна (ест. <i>Kabina küla</i>), естонці	0,506	0,201	-0,361
52.	М. Отепя (ест. <i>Otepää</i>)	0,924	-0,124	0,088
53.	Ф. Варбола (лат. <i>Castrum Warbole</i> , ест. <i>Varbola Jaanilinn</i>)	1,107	0,610	0,534
54.	М. Кохтла-Ярве (ест. <i>Kohtla-Järve</i>), естонці	0,449	0,096	-0,736
55.	С. Арду (ест. <i>Ardu</i>)	1,341	0,532	-0,330
56.	Естонці (<i>eestlased</i>)	1,164	0,441	0,366
57.	Фіни (<i>suomalaiset</i>)	0,754	0,085	-0,122
58.	Латиші-1 (м. Дурбе (<i>Durbe</i>))	0,735	0,132	0,872
59.	Латиші-2 (західні)	0,922	-0,041	0,245
60.	Латиші-3 (східні латиші з м. Лудза (<i>Ludza</i>))	0,650	-0,010	-0,022
61.	Литовці (<i>lietuviai</i>)	-0,648	-0,789	1,317
62.	С. Йиуга (ест. <i>Jõuga</i>)	0,451	0,479	-0,126
63.	Орманькалнс (латис. <i>Ormaņkalns</i>)	0,861	-0,344	0,226

Виявлено, що у двомірній проекції чоловічий краніологічний варіант I єдиний, що отримав великі від'ємні значення (Табл. 3), як за КВ I (-1,229) – 24,0% загальної дисперсії), так і за КВ II (-1,698) – 17,4% загальної дисперсії, та помірні від'ємні значення КВ III (-0,462). Він позначений у нижній лівій частині координатного поля, й, певною мірою, найближчою групою, подібною до нього, можна назвати білорусів із Полісся (Рис. 2, 3). Із 14 залучених до аналізу ознак морфологічно в них ідентичні – висота обличчя, висота перенісся, подібні – довжина черепної коробки, висота носа, орбіт. На цьому тлі відмінними є виличний діаметр та назомалярний кут, який вищий у варіанта I.

Свою чергою, краніологічний варіант II отримав від'ємні значення КВ I та додатні – КВ II (-1,577; 0,258) і посів своє місце поряд із сільською групою з Волині – Ратнів (Рис. 2, 3). Між ними виявлено багато подібних та ідентичних морфологічних ознак: поздовжній, поперечний і висотний діаметр черепної коробки, висота обличчя, носа, ширина орбіт та назомалярний кут обличчя.

Краніологічний варіант III отримує великі від'ємні значення за КВ I (-1,098) та дуже слабкі додатні значення за КВ II і КВ III (0,037; 0,163). Загалом найближчою групою до третього варіанта виявилася міська вибірка з Волині – черепи людей, похованих у м. Рівне в XVI–XVIII ст. поряд із костелом св. Антонія [4, с. 7–16]. Ідентичними в них виявилися ширина та висота черепної коробки, ширина лоба й висота орбіт. Подібними є виличний діаметр, ширина орбіт, зигмаксиллярний кут обличчя. Також слід відзначити вибірку зі Східного Поділля – Вінниці, щоправда, вона тільки за КВ I і КВ III (-1,169; 0,101) подібна до варіанта III (Рис. 3, Табл. 3).

Краніологічний варіант IV єдиний, який проявив південний напрямок зв'язку з київською чоловічою вибіркою Поділ. Між ними виявлено таку морфологічну схожість: ширина черепної коробки, обличчя, ширина й висота орбіт, назомалярний кут обличчя та випинання носа.

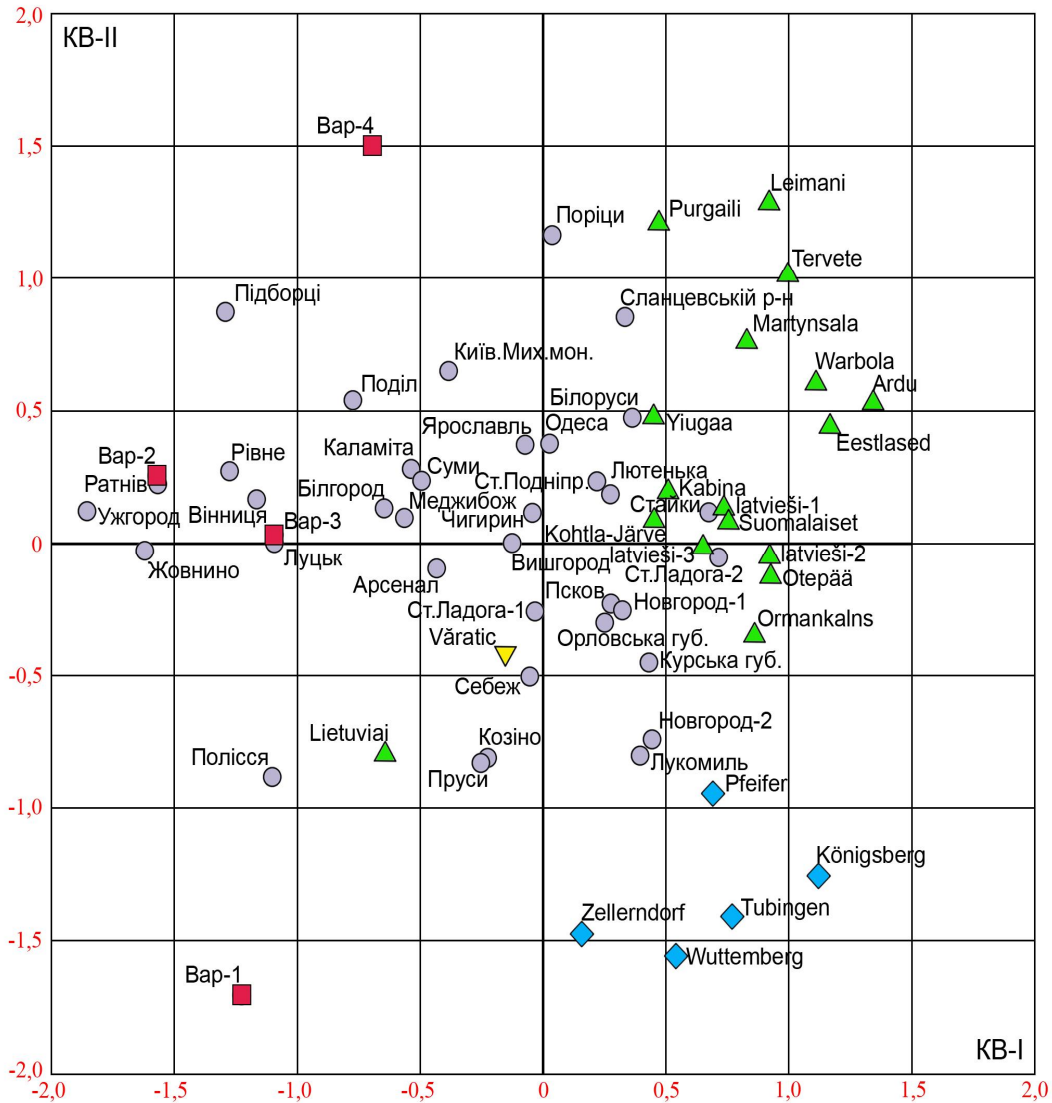


Рис. 2. Чотири чоловічі краніологічні варіанти з Чернігово-Сіверщини у просторі KB I та KB II порівняно з 59 серіями з Європи

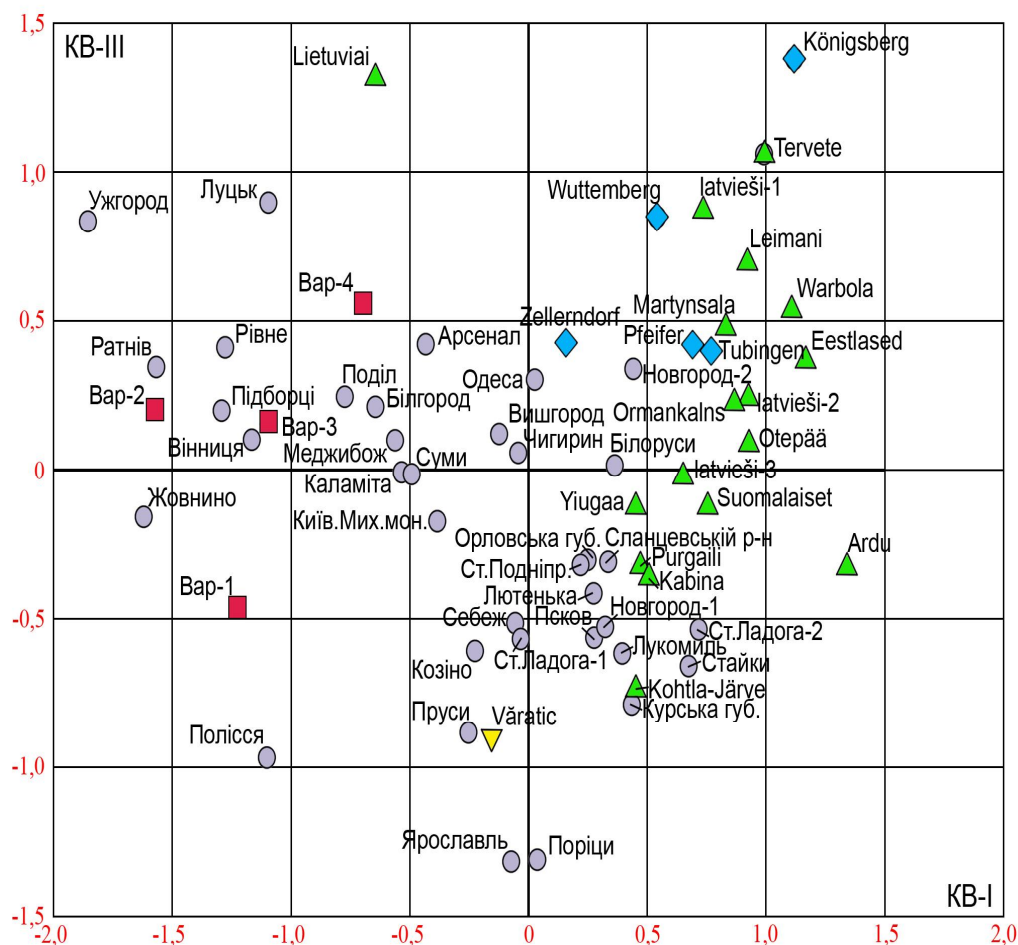


Рис. 3. Чотири чоловічі краніологічні варіанти з Чернігово-Сіверщини у просторі KB I та KB III порівняно з 59 серіями з Європи

Висновки. За допомогою канонічного аналізу встановлено, що брахікранна, порівняно широколиця, ортогнатна з сильно профільованим обличчям чоловіча серія з Чернігово-Сіверщини має в складі чотири краніологічні варіанти, що підтверджує попередні висновки щодо її морфологічної неоднорідності.

1. Виявлено, що виокремлений краніологічний варіант IV, що складається з 22 чоловічих черепів, на відміну від решти трьох варіантів Чернігово-Сіверщини, характеризується мезокранною черепною коробкою. Цей факт особливий, позаяк із території України мезокранних груп виявлено одиниці.

2. При порівнянні досліджуваних чотирьох краніологічних варіантів та 59 чоловічих серій території Європи виявлено північно-західний напрямок зв'язків, а саме: Волинь, Білоруське Полісся та меншою мірою київський Поділ (південний напрям), м. Вінниця. Отже, морфологія черепної коробки та обличчя майже не виходить за межі Полісся загалом. Винятком є міська серія з Вінниці.

Узагальнення отриманих даних щодо чоловічих черепів відкриває перспективу подальшого порівняння мешканців Чернігово-Сіверщини XVII–XIX ст. з давньоруським населенням X–XIII ст.

Подяки: висловлюю щирю вдячність Ю. М. Ситому, О. Є. Черненко, Г. В. Жарову, О. М. Веремейчик та В. В. Рижому за наданий краніологічний матеріал. Також дякую І. Г. Широкову за надані індивідуальні дані з Чернігівської губернії, які виміряв В. П. Алексєєв.

Література

1. Долженко Ю. В. Антропологічна структура жіночого населення Чернігово-Сіверщини XVII–XIX ст. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія: біологія. 2022. Вип. 53. С. 46–45. <https://doi.org/10.24144/1998-6475.2022.53.46-60>
2. Долженко Ю. В. Краніологія чоловіків Східного Полісся XVII–XIX ст. (Чернігово-Сіверщина). *Нотатки сучасної біології*. 2023. Т. 1(5). С. 66–75. <https://doi.org/10.29038/NCBio.23.1-10>
3. Долженко Ю. В., Жаров Г. В. Морфологія черепів похованих у с. Залуцьке (ур. Стайкин Верх) Сумської обл. (XVIII–XIX ст.) // *Нотатки сучасної біології*. Т. 6. № 2. 2023. С. 40–52. <https://doi.org/10.29038/NCBio.23.2-1>
4. Долженко Ю., Прищепя Б. Краніологія похованих у Римо-католицькому костелі св. Антонія міста Рівного XVI–XVII ст. *Археологічні студії «Межибіж»*. Науковий щорічник. Хмельницький, 2015. Вип. 4. С. 7–16.
5. Жаров Г. В., Жарова Т. М. Дослідження Лівобережної комплексної археологічної експедиції. *Археологічні дослідження в Україні*. Київ, 2010. С. 108–109.
6. Жаров Г. В., Жарова Т. Н. Археологическая разведка на Черниговщине. *Археологічні відкриття в Україні 2000–2001 рр.* Київ, 2002. С. 116–118.
7. Скороход В. М., Долженко Ю. В. Поховання з розкопок 2020 р. в м. Прилуки Чернігівської обл. *III міжнародна науково-практична конференція «Історія, культура, пам'ять у науковому вимірі: стан, перспективи»*, м. Київ, 20 трав. 2022 р. Київ, 2022. С. 60–63.
8. Caspari R. Race, Racism, and Racial Thinking Implications for Biological Anthropology. *A Companion to Biological Anthropology*. John Wiley & Sons, 2023. P. 103–121.
9. Martin R. Lehrbuch der Anthropologie. In systematischer Darstellung. Mit besonderer Berücksichtigung der anthropologischen Methoden für Studierende, Ärzte und Forschungsreisende. Zweite, vermehrte Auflage, Jena: Gustaf Fisher, 1928. Bd. II. 1062 S.
10. Roque R. Anthropology and the Circulation of Human Skulls in the Portuguese Empire, 1870–1930. Palgrave: MacMillan, 2010.
11. Wang Q., Menegaz R. A. Skull: Function – New Directions. *A Companion to Biological Anthropology*. John Wiley & Sons, 2023. P. 559–571.

References

1. Dolzhenko, Yu.V. (2022). Antropolohichna struktura zhinochoho naselennia Chernihovo-Sivershchyny XVII–XIX st. [Anthropological Structure of the Female Population of Chernihiv-Siver Region, 17th – 19th Centuries]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Serii: biolohiia – Scientific Bulletin of Uzhhorod University, Series: Biology*, 53, 46–45. <https://doi.org/10.24144/1998-6475.2022.53.46-60> [in Ukrainian].
2. Dolzhenko, Yu.V. (2023). Kraniolohiia cholovikiv Skhidnoho Polissia XVII–XIX st. (Chernihovo-Sivershchyna) [Craniology of the Eastern Polissian Male Series of the 17th – 19th Cent. (Chernihiv-Siverian Region)]. *Notatky suchasnoi biolohii – Notes in Current Biology*, 1 (5), 66–75. <https://doi.org/10.29038/NCBio.23.1-10> [in Ukrainian].
3. Dolzhenko, Yu.V., Zharov, H.V. (2023). Morfolohiia cherepiv pokhovanykh u s. Zalutske (ur. Staikin Verkh) Sums'koi obl. (XVIII–XIX st.) [Morphology of the Skulls from the Burials in the Village of Zalutske (tract Staikyn Verkh), Sumy Region (the 18th – 19th Centuries)]. *Notatky suchasnoi biolohii – Notes in Current Biology*, 6 (2), 40–52. <https://doi.org/10.29038/NCBio.23.2-1> [in Ukrainian].
4. Dolzhenko, Yu., Pryshchepa, B. (2015). Kraniolohiia pokhovanykh u Rymokatolytskomu kosteli sv. Antoniiia mista Rivnoho XVI–XVII st. [Craniology of the Buried in the Roman Catholic Church of St. Anthony in the City of Rivne in the 16th – 17th Centuries]. *Arkheolohichni studii «Mezhybizh» – Archaeological Studies «Mezhybizh»*, 4, 7–16. [in Ukrainian].
5. Zharov, H.V., Zharova, T.M. (2010). Doslidzhennia Livoberezhnoi kompleksnoi arkheolohichnoi ekspedytzii [Research of the Left Bank Complex Archaeological Expedition]. *Arkheolohichni doslidzhennia v Ukraini – Archaeological Research in Ukraine*. Kyiv, pp. 108–109. [in Ukrainian].

6. Zharov, H.V., Zharova, T.N. (2002). Arkheolohicheskaia razvedka na Chernigovshchine [Archaeological Survey in the Chernihiv Region]. *Arkheolohichni vidkryttia v Ukraini 2000–2001 rr. – Archaeological Discoveries in Ukraine 2000–2001*. Kyiv, pp. 116–118. [in Ukrainian].
7. Skorokhod, V.M., Dolzhenko, Yu.V. (2022). Pokhovannia z rozkopok 2020 r. v m. Pryluky Chernihivskoi obl. [Burials from the 2020 Excavations in the City of Pryluky, Chernihiv Region]. *III mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Istoriia, kultura, pam'iat u naukovomu vymiri: stan, perspektyvy», m. Kyiv, 20 trav. 2022 r. – III International Scientific and Practical Conference «History, Culture, Memory in the Scientific Dimension: State, Prospects»*. Kyiv, pp. 60–63. [in Ukrainian].
8. Caspari, R. (2023). Race, Racism, and Racial Thinking Implications for Biological Anthropology. *A Companion to Biological Anthropology*. John Wiley & Sons, pp. 103–121.
9. Martin, R. (1928). Lehrbuch der Anthropologie. In systematischer Darstellung. Mit besonderer Berücksichtigung der anthropologischen Methoden für Studierende, Ärzte und Forschungsreisende. Zweite, vermehrte Auflage, Jena: Gustaf Fisher, 1928. Bd. II. 1062 S.
10. Roque, R. (2010). Anthropology and the Circulation of Human Skulls in the Portuguese Empire, 1870–1930. Palgrave: MacMillan.
11. Wang, Q., Menegaz, R.A. (2023). Skull: Function – New Directions. *A Companion to Biological Anthropology*. John Wiley & Sons, pp. 559–571.

Dolzhenko Y.

PhD student of Nizhyn Mykola Gogol State University,
junior researcher of Institute of Archaeology,
National Academy of Sciences of Ukraine
yuriy_dolzhenko@ukr.net
orcid.org/0000000198072835

ANTHROPOLOGICAL STRUCTURE OF THE MALE POPULATION OF CHERNIHIV-SIVERIA LAND OF THE 17TH–19TH CENTURIES

Material and methods. The article is devoted to the intra-group analysis of the male craniological series of the 17th – 19th centuries from Chernihiv-Siveria Land. Materials for it were obtained during the excavations made by V. Kovalenko, O. Kovalenko, O. Motsia, O. Chemenko, O. Veremeichyk, G. Zharov, A. Kazakov, Yu. Sytyi, V. Mezentsev, Z. Kohut, V. Skorokhod, T. Zharova, V. Ryzhyi in 2009–2021, as well as during maceration of cadaveric material in various clinics of Ukraine and the Moscow Empire in 1846–1929, repeated by V. Alekseev. The basis of the study is the principle of objectivity; general scientific anthropological methods (analysis and synthesis) were used. The authors used the software created by B. and O. Kozintsevs in 1991. The intragroup multidimensional analysis involved 13 craniometric features according to R. Martin. The purpose of the work is to introduce a new craniological material into scientific circulation and, after intragroup analysis, to determine the morphological structure of men from the Chernihiv-Siveria Land of the 17th – 19th centuries, to identify craniological variants in its composition. To give a general morphological description of the identified male variants against the background of adjacent ethnic groups of Ukraine and Eastern Europe (synchronistic method), to determine the distances between individual variants and series of the 12th – 19th centuries using multidimensional canonical and cluster analysis and find out the place of these variants from Chernihiv-Siveria Land within the system of craniological types of Eastern Europe. Outcomes. For the first time, the intragroup analysis of a series of male skulls of Chernihiv-Siveria Land by the method of canonical analysis is submitted. The analysis involved 72 male skulls from the burials of the 17th – 19th centuries. from Chernihiv-Siveria Land. The presence of four craniological variants proved the heterogeneity of the general male sample. Conclusions. When comparing the studied male variants with synchronous and earlier series of the 12th – 19th centuries from

Eastern, Central and Western Europe, the method of multidimensional canonical and cluster analysis showed their similarity to the skulls from Volhynia and, to a certain extent, of the Kyivan Podillia and Vinnytsia.

Key words: craniology; morphology; Chernihiv-Siveria Land of the 17th – 19th centuries; human skull; physical anthropology; Homo sapiens, Racial type, Caucasian race, Eidonomy, biological factor, miscegenation, Caucasian race, human anatomy.

Стаття до редакції надійшла 30.05.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 18.06.2024 року

УДК 612.13

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-86-93

Коваленко С. О.

доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри спортивних дисциплін
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
kovstas@ukr.net
orcid.org/0000-0002-4631-0464

Циганник Р. А.

аспірант кафедри анатомії, фізіології та фізичної реабілітації
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
roma.tsygannyk@gmail.com
orcid.org/0000-0001-7955-7343

**ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СЕРЦЕВОГО РИТМУ
ПРИ ГРАДУЙОВАНІЙ ПАСИВНІЙ ОРТОПРОБІ У ЧОЛОВІКІВ**

Проведення пасивної ортопроби ускладнює роботу гемодинаміки за умов виключення впливу скорочень м'язів нижніх кінцівок для забезпечення повернення крові до серця. Важливою частиною пристосувальних зрушень при цьому можуть бути зміни часових характеристик варіабельності серцевого ритму (BCP).

Мета. З'ясувати зміни часових показників BCP у здорових молодих чоловіків при пасивній градуальній ортопробі та у період відновлення після неї, їх залежність від вихідного рівня вегетативного тону та від рівня рухової активності.

Вимірювання здійснювали на 76 чоловіках віком 18-25 років з дотриманням основних біоетичних положень. Після відпочинку в положенні лежачи горизонтально на ортостатичному столі упродовж 5-10 хвилин вимірювали показники варіабельності серцевого ритму. Вимірювання повторювали на 5-й хвилині після нахилу на 15°, 30°, 45°, 60° та на 20-й хвилині при нахилі 60°, через 5 хвилин після повернення у горизонтальне положення. Варіабельність серцевого ритму реєстрували за допомогою кардіодатчика Polar W.I.N.D. Link у програмі Polar Protrainer 5.0 (Polar Electro OY, Finland). Оцінювали наступні показники часового аналізу BCP: SDDNN, rMSSD, pNN50, cV, а також інтегральний індекс напруження (IH).

При пасивній ортопробі починаючи з рівня 30° відбувалось вірогідне зменшення SDNN, rMSSD, pNN₅₀, пропорційне кутів нахилу, а з навантаження 45° – збільшення IH. Максимум реактивності був досягнутий для SDNN, rMSSD, pNN50 вже на 5-й хвилині в положенні 60° та залишався сталим упродовж перебування в ньому 20 хвилин. Це може бути свідченням пригнічення парасимпатичних та посилення симпатичних впливів на ритмогенез серця.

Після завершення проби і переході в вихідне горизонтальне положення спостерігали феномен зверхвідновлення для всіх часових показників варіабельності серцевого ритму.

Виконання градуальної пасивної ортопроби приводило до зменшення варіабельності серцевого ритму більш вираженому у парасимпатотоніків і за рахунок в більшому ступені пригнічення тону парасимпатичної ланки автономної нервової системи.

Регулярні фізичні навантаження в основному впливають на рівень функціонального стану осіб при пасивній градуальній ортопробі, а не на особливості варіабельності серцевого ритму. Перспективи подальших досліджень вбачаються в детальному аналізі хвильової структури серцевого ритму при пасивній градуальній ортопробі.

Ключові слова: *варіабельність серцевого ритму, пасивна ортопроба, вегетативний тонус, атлети, адаптація.*

Вступ. Дослідження особливостей реактивності серцево-судинної системи на функціональні навантаження дозволяє об'єктивно оцінити та коригувати функціональний стан людей різного віку, статі, професійної діяльності. Проведення пасивної ортопроби ускладнює роботу гемодинаміки за умов виключення впливу скорочень м'язів нижніх кінцівок для забезпечення повернення крові до серця. Важливою частиною пристосувальних зрушень при цьому можуть бути зміни часових характеристик варіабельності серцевого ритму (BCP) [1].

Вимірювання змін в серцево-судинній системі при переході з горизонтального положення в положення вверх головою проводяться вже декілька століть [2]. В сучасній науковій літературі наведені дані про вплив активної ортопроби у людей різного віку, статі, спортсменів на різні прояви центральної та периферійної гемодинаміки [3, 4]. Проаналізовані особливості реактивності гемодинаміки та її повільних коливань при активній пробі у людей з різним рівнем вегетативного тонузу [5]. Також велика кількість публікацій присвячена впливу пасивної ортопроби в основному на центральну гемодинаміку у осіб з вегетативними порушеннями [2, 6, 7, 8, 9]. В той же час не досліджені особливості змін часових показників варіабельності серцевого ритму при такому впливі, їх індивідуальні особливості у людей.

Мета. З'ясувати зміни часових показників BCP у здорових молодих чоловіків при пасивній градуальній ортопробі та у період відновлення після неї, їх залежність від вихідного рівня вегетативного тонузу та від рівня рухової активності.

Методи та організація дослідження. Вимірювання здійснювали на 76 чоловіках віком 18-25 років – студентах Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького з дотриманням основних біоетичних положень Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1994-2008 рр.), а також наказу МОЗ України № 690 від 23 вересня 2009 року.

Всі вони за даними медичного обстеження були здорові, не мали гострих та хронічних захворювань.

Група спортсменів (I, n=17) складалась з представників наступних видів: єдиноборці (ММА, бокс, боротьба, n=8), легка атлетика (біг 400 м, n=4), веслування на байдарках і каное (n=5). Всі спортсмени мали розряд кандидат в майстри спорту чи майстер спорту, регулярно тренувались не менше 5 раз на тиждень з тривалістю кожного заняття від 1 до 3 годин. Контрольну групу (II, n=17) склали чоловіки такого ж віку, що не займались регулярними фізичними тренуваннями.

Після відпочинку в положенні лежачи горизонтально на ортостатичному столі упродовж 5-10 хвилин вимірювали показники варіабельності серцевого ритму. Вимірювання повторювали на 5-й хвилині після нахилу на 15°, 30°, 45°, 60° та на 20-й хвилині при нахилі 60°, через 5 хвилин після повернення у горизонтальне положення.

Варіабельність серцевого ритму реєстрували за допомогою кардіодатчика Polar W.I.N.D. Link., розташованого на грудній клітці. Дані з пристрою передавались через приймач Polar Wearlink W.I.N.D на персональний комп'ютер. Аналіз даних здійснювали у програмі програми Polar Protrainer 5.0 (Polar ElectroOY, Finland) та програмі Caspico [a/c України №11262].

Оцінювали наступні показники часового аналізу BCP [10]: SDDNN, rMSSD, pNN₅₀, cV, а також інтегральний індекс напруження (IH).

Рівень вагосимпатичної взаємодії оцінювали за варіабельністю серцевого ритму, зокрема, показників нормалізованого відношення потужності спектру коливань t-RR у діапазоні 0,15-0,4 Гц до потужності спектру у діапазоні 0,04-0,4 Гц – HF_{norm}

[1]. За методом сигнальних відхилень в групі вимірюваних виділяли три підгрупи: симпатотоніки ($HF_{norm} < 42,9\%$, $n=26$), нормотоніки (HF_{norm} від $49,2\%$ до $61,9\%$, $n=29$) та парасимпатотоніки ($HF_{norm} > 61,9\%$, $n=21$).

Статистичний аналіз даних здійснювали за допомогою таблиць Excel-2003 та програми Statistica for Windows 12 (Statsoft Inc., Tulsa, USA), Polar Protrainer 5.0 (Polar Electro OY, Finland). Застосовували метод однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA). Перевірку нормальності розподілу досліджуваних показників проводили за критерієм χ^2 . Для параметричної статистики розраховували середнє арифметичне (M), стандартну похибку вибіркового середнього (m). Вірогідність відмінностей оцінювали за F-критерієм Fisher.

Результати досліджень та їх обговорення. Вихідний рівень часових показників BCP відповідав нормам для осіб молодого віку (табл. 1). При переході в положення 15° змін будь-якого з них не відбувалось. Починаючи з рівня 30° відбувалось вірогідне зменшення SDNN, rMSSD, pNN₅₀, пропорційне кутові нахилу, а з навантаження 45° – збільшення ІН. Максимум реактивності був досягнутий для SDNN, rMSSD, pNN₅₀ вже на 5-й хвилині в положенні 60° та залишався сталим упродовж перебування в ньому 20 хвилин. В той же час ІН при цьому збільшувався. Це є свідченням пригнічення парасимпатичних та посилення симпатичних впливів на ритмогенез серця.

Таблиця 1

Рівні часових показників BCP при градуйованій пасивній ортопробі у чоловіків ($n=76$)

Умови	Показники				
	IN, у.о.	SDNN, мс	rMSSD, мс	PNN ₅₀ , %	CV, %
спокій	81,60±9,14	70,64±4,70	75,28±8,13	30,39±2,86	7,45±0,39
15°	88,33±9,84	66,70±4,36	67,84±7,98	26,97±2,94	7,09±0,36
30°	92,57±8,96	59,81±3,08*	46,63±4,59*	18,11±2,27*	6,89±0,26
45°	106,74±9,43*	55,21±2,49*	30,04±2,23*	9,36±1,33*	7,16±0,26
60°	131,58±11,46*	52,63±2,57*	24,05±1,87*	5,17±0,76*	7,55±0,29
60°-2	151,96±16,51*	54,28±4,49*	23,89±2,39*	5,19±0,87*	7,67±0,39
відновлення	43,50±5,13*	104,25±6,37*	126,70±10,17*	48,89±3,07*	9,87±0,48*

Примітки. * – $p < 0,05$ у порівнянні з рівнем спокою

Вельми цікавою була динаміка часових показників BCP у період повернення у вихідне положення лежачи після проведення градуйованої пасивної ортопроби. Так спостерігався феномен зверхвідновлення для всіх з них. Для rMSSD та pNN₅₀ амплітуда відновлення відповідала амплітуді реакцій зменшення цих показників при навантаженні 60° (відповідно $51,42 \pm 5,99$ та $-51,38 \pm 7,23$ мс для rMSSD та $18,50 \pm 2,14$ та $-25,51 \pm 2,64$ мс для pNN₅₀). В той же час збільшення SDNN при відновленні суттєво переважало його зменшення на 60° (відповідно $33,61 \pm 3,85$ та $-16,35$ мс, $p < 0,01$). Цілком можливо зміни цього показника відображають не тільки зрушення активності парасимпатичної ланки автономної нервової системи, але й симпатичного відділу, наявність перехідних процесів у частоті серцевих скорочень.

Порівняння реакцій часових показників на пробу показало їх варіативність, що може бути обумовлено індивідуальними особливостями. Нами аналізувались особливості змін BCP в залежності від рівня ваго-симпатичної рівноваги. Так за методом сигнальних відхилень показника HF_{norm} були виділені три групи: симпатотоніки (I),

нормо тоніки (II) та парасмпатотоніки. Закономірно вже у спокої лежачи перед початком проби всі показники ВСР мали високо достовірні відмінності між собою, оскільки вони також в певній мірі відображають рівні активності симпатичної та парасимпатичної ланок автономної нервової системи [11].

Динаміка змін ІН упродовж проби характеризувалась наступним (рис. 1). У симпатотоніків вірогідні зміни цього показника відбувались тільки на 20-й хвилині положення 60°, у нормотоніків – збільшення ІН починалось з 45°, а у парасимпатотоніків – з 30°. При максимальних градаціях проби відмінності в рівнях ІН між I та II, II та III нівелювались, а між I та III зберігались.

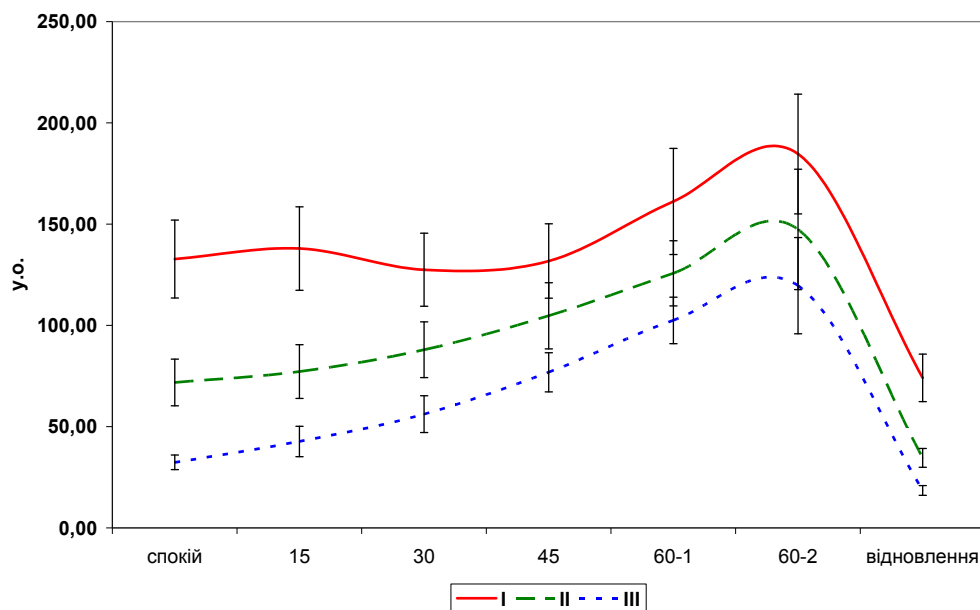


Рис. 1. Динаміка індексу напруження упродовж виконання пасивної градуальної ортопроби у симпатотоніків (I), нормотоніків (II) та парасимпатотоніків (III)

Зміни SDNN в різних в різних групах за вихідним рівнем вегетативного тонузу при пробі також мали свої особливості (рис. 2). У симпатотоніків цей показник вірогідно не змінювався, у нормотоніків зменшувався тільки на 5-й хвилині у положенні 60°, а у парасимпатотоніків – починаючи з положення 30°. Міжгрупові відмінності за цим показником повністю нівелювались на 5-й хвилині у положенні 60°, а між II та III з 45°. Зниження rMSSD при пробі відбувалось у всіх групах, в найбільшому ступені у III.

Таким чином, градуальна пасивна ортопроба приводила до зменшення варіабельності серцевого ритму більш вираженому у парасимпатотоніків і за рахунок в більшому ступені пригнічення тонузу парасимпатичної ланки автономної нервової системи.

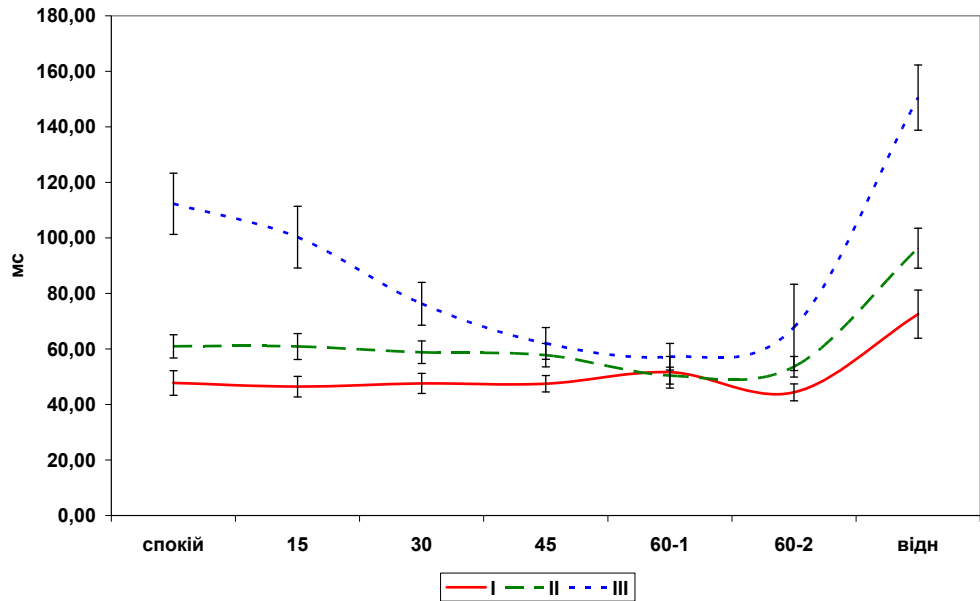


Рис. 2. Динаміка SDNN упродовж виконання пасивної градуальної ортопроби у симпатотоніків (I), нормотоніків (II) та парасимпатотоніків (III)

В період відновлення після завершення проби та повернення в горизонтальне положення також спостерігали суттєві відмінності у реактивності показників ВСР в залежності від вихідного тонуусу ВНС. Найбільшими вони були за гMSSD. Так реактивність між рівнями на 60° та відновленням за цим показником склала в групах відповідно: I – $46,88 \pm 10,67$ мс, II – $92,14 \pm 10,55$ мс, III – $183,80 \pm 16,88$ мс.

Порівняння змін часових показників ВСР при градуйованій пасивній ортопробі у спортсменів та неспортсменів показало наявність відмінностей в основному за ІН (рис. 3). Так в усіх умовах ІН у спортсменів був нижчим, реактивність меншою ніж у неспортсменів. У неспортсменів вже на рівні 15° проявляється зниження гMSSD.

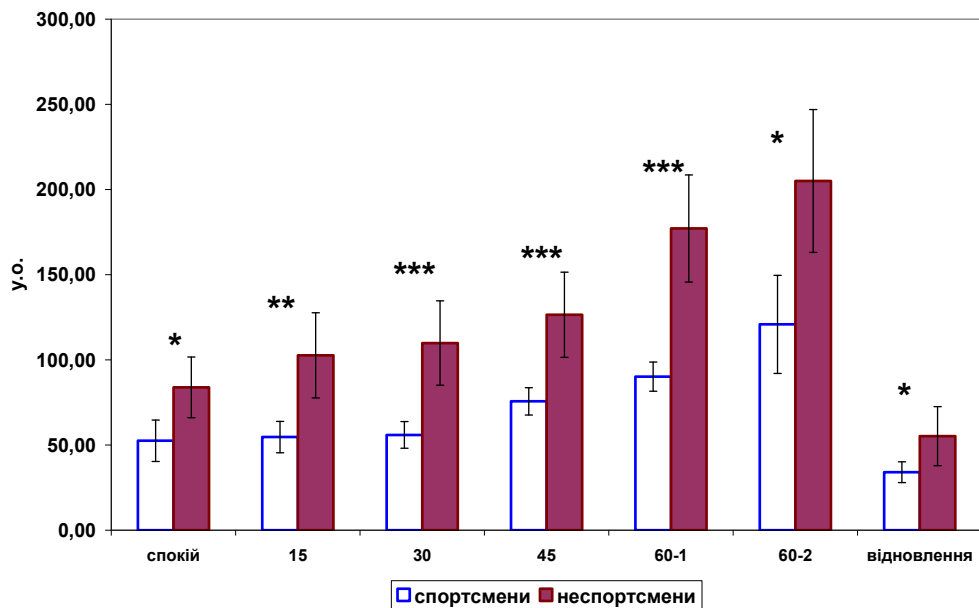


Рис. 3. Динаміка індексу напруження упродовж виконання пасивної градуальної ортопроби у спортсменів та неспортсменів.

* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$

Таким чином регулярні фізичні навантаження в основному впливають на рівень функціонального стану при пробі, а не на особливості ВСР.

Висновки.

1. При пасивній ортопробі починаючи з рівня 30° відбувалось вірогідне зменшення SDNN, rMSSD, pNN₅₀, пропорційне кутові нахилу, а з навантаження 45° – збільшення ІН. Максимум реактивності був досягнутий для SDNN, rMSSD, pNN₅₀ вже на 5-й хвилині в положенні 60° та залишався сталим упродовж перебування в ньому 20 хвилин. Це може бути свідченням пригнічення парасимпатичних та посилення симпатичних впливів на ритмогенез серця.

2. Після завершення проби і переході в вихідне горизонтальне положення спостерігали феномен зверхвідновлення для всіх часових показників варіабельності серцевого ритму.

3. Виконання градуальної пасивної ортопроби приводило до зменшення варіабельності серцевого ритму більш вираженому у парасимпатотоніків і за рахунок в більшому ступені пригнічення тону парасимпатичної ланки автономної нервової системи.

4. Регулярні фізичні навантаження в основному впливають на рівень функціонального стану осіб при пасивній градуальній ортопробі, а не на особливості варіабельності серцевого ритму

Перспективи подальших досліджень вбачаються в детальному аналізі хвильової структури серцевого ритму при пасивній градуальній ортопробі.

Література

1. Коваленко С.О. Характеристика та теоретичні основи методів аналізу варіабельності серцевого ритму. Український журнал медицини, біології та спорту. 2017, № 2. С. 223–233. doi: 10.26693/jmbs02.02.223

2. Cheshire W. J., Goldstein D. Autonomic uprising: the tilt table test in autonomic medicine. Clin Auton Res. 2019, № 29 (2). P. 215–230. doi: 10.1007/s10286-019-00598-9

3. Yukhymenko L., Makarchuk M., Imas Y., Shcherbashyn Y., Korobeynikova L., Korobeynikov G., Dutchak M. Link between brain circulation and nervous mobility of athletes and non-athletes during the orthostatic test (2020) Journal of Physical Education and Sport, 2020, 20 (6), art. no. 493, pp. 3660-3670. Cited 3 times. doi: 10.7752/jpes.2020.06493

4. Feeley M.A., Ito G.A., Tsubota S.B., Sawai T.B., Nakata H.A., Otsuki S.A., Miyamoto, T. Impact of Orthostatic Stress on Cardiorespiratory Response in Volleyball Player: Insights from Lower Body Negative Pressure Load Test (2024) Advanced Biomedical Engineering, 2024, 13, pp. 35-42 doi:10.14326/abe.13.35

5. Андрощук О.І., Кудій Л.І., Рибалко А.В., Черненко Н.П. Хвильова структура серцевого ритму при ортопробі у осіб з різним рівнем вегетативного тону. Вісник Черкаського університету. Серія: Біологічні науки, 2021 (1), 4-11. DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2021-1-4-11

6. Aponte-Becerra L., Novak P. Tilt Test: A Review. J Clin Neurophysiol. 2021. № 38 (4). P. 279–286. doi: 10.1097/WNP.0000000000000625

7. Sutton R., Fedorowsk, A., Olshansky B., Gert van Dijk J., Abe H., Brignole M., de Lange F., Kenny R., Lim P., Moya A., Rosen S., Russo V., Stewart J., Thijs R., Benditt D. Tilt testing remains a valuable asset. Eur Heart J. 2021, № 42 (17). P. 1654–1660. doi: 10.1093/eurheartj/ehab084

8. White L., Jones H., Davies A. What is a tilt table test and why is it performed during the investigation of syncope? Br J Hosp Med (Lond). 2021, № 82 (10). P. 1–7. doi: 10.12968/hmed.2020.0462

9. Jelavić, M., Babić Z., Hećimović H., Erceg V., Pintarić H. The role of tilt-table test in differential diagnosis of unexplained syncope. Acta Clin Croat. 2015, № 54 (4). P. 417–423.

10. Heart Rate Variability Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. Eur Heart J, 1996, 17(3),354-81.

11. Androshchuk O. I., Zavorodnia V. A. Correlation of vegetative tone indicator with Kerdo index and heart rate variability. *Вісник Черкаського університету. Серія: Біологічні науки*, 2018, (1), 3-6. DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-1-3-6

References

1. Kovalenko, SO. (2017) Kharakterystyka ta teoretychni osnovy metodiv analizu variabelnosti sertsevoho rytmu [Characteristics and theoretical foundations of methods for analyzing heart rate variability]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*. № 2. С. 223–233. doi: 10.26693/jmbs02.02.223
2. Cheshire, W. J., Goldstein, D. (2019) Autonomic uprising: the tilt table test in autonomic medicine. *Clin Auton Res*. № 29 (2). P. 215–230. doi: 10.1007/s10286-019-00598-9
3. Yukhymenko, L., Makarchuk, M., Imas, Y., Shcherbashyn, Y., Korobeynikova, L., Korobeynikov, G., Dutchak, M. (2020) Link between brain circulation and nervous mobility of athletes and non-athletes during the orthostatic test (2020) *Journal of Physical Education and Sport*, 20 (6), art. no. 493, pp. 3660-3670. Cited 3 times. doi: 10.7752/jpes.2020.06493
4. Feeley, MA , Ito, G.A , Tsubota, S.B , Sawai, T. B , Nakata, H.A , Otsuki, S.A., Miyamoto, T. (2024) Impact of Orthostatic Stress on Cardiorespiratory Response in Volleyball Player: Insights from Lower Body Negative Pressure Load Test (2024) *Advanced Biomedical Engineering*, 13, pp. 35-42 doi:10.14326/abe.13.35
5. Androshchuk, O.I., Kudii, L.I., Rybalko, A.V., Chernenko, N.P. Khvylova struktura sertsevoho rytmu pry ortoprobi u osib z riznym rivnem vehetatyvnoho tonusu [Wave structure of heart rhythm during orthotest in individuals with different levels of autonomic tone]. *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Seriya: Biolohichni nauky*, 2021 (1), 4-11. DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2021-1-4-11
6. Aponte-Becerra, L., Novak, P. (2021) Tilt Test: A Review. *J Clin Neurophysiol*. № 38 (4). P. 279–286. doi: 10.1097/WNP.0000000000000625
7. Sutton, R., Fedorowski, A., Olshansky, B., Gert van Dijk, J., Abe, H., Brignole, M., de Lange, F., Kenny, R., Lim, P., Moya, A., Rosen, S., Russo, V., Stewart, J., Thijs, R., Benditt, D. (2021) Tilt testing remains a valuable asset. *Eur Heart J*. № 42 (17). P. 1654–1660. doi: 10.1093/eurheartj/ehab084
8. White, L., Jones, H., Davies, A. (2021) What is a tilt table test and why is it performed during the investigation of syncope? *Br J Hosp Med (Lond)*. № 82 (10). P. 1–7. doi: 10.12968/hmed.2020.0462
9. Jelavić, M., Babić, Z., Hećimović, H., Erceg, V., Pintarić, H. (2015) The role of tilt-table test in differential diagnosis of unexplained syncope. *Acta Clin Croat*. № 54 (4). P. 417–423.
10. Heart Rate Variability Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. (1996) *Eur Heart J*, 17(3),354-81.
11. Androshchuk, O. I., & Zavorodnia, V. A. (2018). Correlation of vegetative tone indicator with Kerdo index and heart rate variability. *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Seriya: Biolohichni nauky*, (1), 3-6. doi: 10.31651/2076-5835-2018-1-1-3-6

Kovalenko S.

Doctor of biological Sciences, Professor,
 Professor of the Sport Disciplines department
 of The Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy
 kovstas@ukr.net
 orcid.org/0000-0002-4631-0464

Tsyhannyk R.

PhD student, Department of Anatomy, Physiology and Physical Rehabilitation,
 The Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy
 roma.tsyhannyk@gmail.com
 orcid.org/0000-0001-7955-7343

HEART RATE VARIABILITY DURING GRADED PASSIVE ORTHOTEST IN MEN

The passive orthotest complicates the hemodynamics, provided that the influence of lower extremity muscle contractions is excluded to ensure blood return to the heart. An important part of adaptive changes in this case may be changes in the time characteristics of heart rate variability (HRV).

Objective. To find out the changes in HRV time parameters in healthy young men during passive graded orthotest and during the recovery period after it, their dependence on the initial level of autonomic tone and on the level of their motor activity.

The measurements were performed on 76 men aged 18-25 years in compliance with the basic bioethical guidelines. After resting in a horizontal position on an orthostatic table for 5-10 minutes, heart rate variability was measured. The measurements were repeated at 5 minutes after a 15°, 30°, 45°, 60° tilt and at 20 minutes at a 60° tilt, 5 minutes after returning to a horizontal position. Heart rate variability was recorded using the Polar W.I.N.D. Link cardiac sensor in the Polar Protrainer 5.0 program (Polar ElectroOY, Finland). The following indicators of HRV temporal analysis were evaluated: SDDNN, rMSSD, pNN₅₀, cV, and integral stress index (SI).

In the passive orthotest, starting at 30°, there was a significant decrease in SDNN, rMSSD, pNN₅₀, proportional to the angle of inclination, and with a load of 45°, an increase in IN. The maximum reactivity was achieved for SDNN, rMSSD, pNN₅₀ already at the 5th minute in the 60° position and remained constant during the stay in it for 20 minutes. This may be an indication of the suppression of parasympathetic and enhancement of sympathetic effects on cardiac rhythmogenesis.

After completion of the test and transition to the initial horizontal position, the phenomenon of over-recovery was observed for all time indices of heart rate variability.

The performance of the graded passive orthotest led to a decrease in heart rate variability more pronounced in parasympathotonics and due to a greater degree of suppression of the tone of the parasympathetic link of the autonomic nervous system.

Regular physical activity mainly affects the level of functional state of individuals in passive graded orthoprobe test, but not the peculiarities of heart rate variability.

Prospects for further research are seen in a detailed analysis of the wave structure of the heart rhythm during passive graded orthoprobe.

Key words: heart rate variability, passive orthotest, autonomic tone, athletes, adaptation.

**Стаття до редакції надійшла 04.06.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 19.06.2024 року**

УДК 159,91

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-94-102

Комісова Т. Є.

кандидат біологічних наук, професор, завідувачка кафедри анатомії і фізіології людини імені Я. Р. Синельникова ХНПУ імені Г. С. Сковороди
kaf-anatomy-physiology@hnpu.edu.ua
orcid.org/0000-0003-3959-8575

Мамотенко А. В.

кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри анатомії і фізіології людини імені Я. Р. Синельникова ХНПУ імені Г. С. Сковороди
kaf-anatomy-physiology@hnpu.edu.ua
orcid.org/0000-0001-6101-9723

Коваленко Л. П.

старший викладач кафедри анатомії і фізіології людини імені Я. Р. Синельникова ХНПУ імені Г. С. Сковороди
kaf-anatomy-physiology@hnpu.edu.ua
orcid.org/0000-0003-4980-7887

Федяй І. О.

доктор філософії PhD з біології,
доцент кафедри медико-біологічних основ спорту та фізичної культури ХДАФК
kaf-anatomy-physiology@hnpu.edu.ua
orcid.org/0000-0002-7171-1622

Осинський М. І.

аспірант кафедри анатомії та фізіології людини імені професора Я. Р. Синельникова ХНПУ імені Г. С. Сковороди
kaf-anatomy-physiology@hnpu.edu.ua
orcid.org/0000-0002-2865-1951

**КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
УЧАСНИКІВ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ**

Реалії повсякденного життя кожного українця та українки в умовах війни потребують неабиякої уваги до їх фізичного, емоційного та духовного станів. Тому актуальною проблемою суспільства є, та буде залишатись ще довго після завершення війни, питання пов'язане із збереженням та зміцненням психофункціонального стану. Метою дослідження постало оцінити психофізіологічні показники учасників освітнього процесу закладів загальної середньої освіти, вищих навчальних закладів (здобувачів педагогічного університету, курсантів вищих воєнних закладів) під час їх адаптації до навчання в умовах воєнного стану. Порівняльне комплексне дослідження психофізіологічних показників проведено у 92 учасників освітнього процесу: учнів 10-11 класів, віком 16-17 років, студентів педагогічного університету, віком 18-20 років та курсантів Національної академії Національної гвардії України, віком 19-20 років. Психофізіологічний стан оцінювався за показниками сили нервової системи (СНС), функціональними пробами кардіореспіраторної системи (Руф'є, Штанге і Генчі), величиною адаптаційного потенціалу та рівнем реактивної тривожності. У ході дослідження з'ясовано, що для учнів 10-11-их класів є характерним зниження процесів адаптації, напруження регуляторних механізмів на тлі високого рівня реактивної тривожності. Психофізіологічний стан студентів відзначався зниженням адаптаційних і регуляторних механізмів на тлі помірного рівня

реактивної тривожності. Курсанти виявилися більш стресостійкими, їх функціональний стан й регуляторні механізми відповідають фізіологічній нормі і у більшості реактивна тривожність є низькою.

Ключові слова: адаптаційний потенціал, реактивна тривожність, психофізіологічний стан.

Вступ. Російсько-українська війна, що почалася 24 лютого 2022 року, стала однією з найбільших і найшвидше зростаючих гуманітарних катастроф з часів Другої світової війни. Слід зазначити, що дана ескалація збройного конфлікту торкнулася частини Східної України ще у 2014 році. На сьогоднішній день незліченні цивільні вбиті, а мільйони дітей, жінок і людей похилого віку (понад 6,7 млн. українських біженців) покинули власну країну. Загалом, наслідки війни, такі як пошкодження майна і цінних активів, смерть близької людини, переміщення сім'ї, відсутність психічної готовності до катастрофи, відсутність соціальної підтримки, негативно впливають на психічне здоров'я як мирного населення, так і військових. Численні дослідження доводять, що емоційна нестабільність, реакції на стрес, тривога, травма та інші психологічні симптоми зазвичай спостерігаються після катастрофи та інших травматичних переживань [9,11]. Так, особи, які постраждали від війни, мають високий ризик ускладнень психічного здоров'я, тривогу та депресію. Також, після будь-якого типу катастрофи розвиваються різні поведінкові, психологічні та емоційні проблеми і нестабільність. Ще у 2015 році при систематичному огляді психічного здоров'я біженців війни Vogic et al., [5] дослідники виявили, що психологічні розлади, такі як посттравматичний стресовий розлад ПТСР, депресія та неуточнені тривожні розлади, як правило, поширені серед біженців війни навіть після багатьох років їхнього перебування за межами країни [6,8].

На сьогоднішній день масштабних досліджень щодо підлітків та молодих людей, які постраждали від триваючого конфлікту, бракує. Як правило, науковці оцінюють параметри зв'язку між збройним конфліктом та ризиками для їхнього психічного здоров'я. Однак, на теперішній час, за повідомленнями дослідників, поширеність психічних розладів серед дітей і підлітків дуже різна: ПТСР коливалася від 7,6% до 68,9%, а тривоги та депресії, від 23,7% до 94,9% і від 4,1% до 41,2%, відповідно. Слід зазначити, що фізична складова здоров'я молодого покоління, яке зазнало військової агресії, на сьогоднішній день у наукових публікаціях висвітлена, взагалі, недостатньо. Так, представлені дані довгострокових причинно-наслідкових впливів масштабних повітряних атак союзних повітряних сил Другої світової війни у Німеччині на внутрішньоутробний розвиток та ризик появи ожиріння у дитинстві і ймовірність хронічних захворювань у дорослому віці [4]. Зазначено, що серед дітей воєнного часу у дорослому віці підвищена частота таких хронічних захворювань, як інсульт, гіпертонія, діабет і серцево-судинні розлади [4]. Указано, що дівчатам воєнного часу, яким було 3 роки і молодше під час громадянської війни в Нігерії, властивий ріст на 0,75 см нижчий у дорослому віці, порівняно з дівчатами тієї ж вікової категорії, які проживали у безпечних районах [4]. Акбулут-Юксель (2014) стверджує, що бомбардування воєнно-повітряними силами союзників, призвели до зниження самооцінки та задоволеності здоров'ям серед дітей шкільного віку і нижчого росту у дорослих. У свою чергу, Almond і Currie (2011) і Hoynes et al. (2016) припускають, що перебування в ранньому дитинстві в жорстких умовах може мати прямий вплив на довгострокові результати здоров'я людей, такі як індекс маси тіла, ожиріння та хронічні захворювання. Однак, у цих дослідженнях надається інформація щодо наслідків збройного конфлікту, а не відносно стану здоров'я молодого покоління у межах реалій військової ескалації. Тому вкрай важливо досліджувати вплив військової агресії на стан показників фізичної та психічної складової здоров'я української молоді,

що допоможе оцінити масштаб впливу на вразливі групи населення у підлітковому та молодому віці загалом [4].

Мета дослідження – оцінити психофізіологічний стан учасників освітнього процесу закладів загальної середньої освіти, вищих навчальних закладів (здобувачів педагогічного університету, курсантів вищих військових закладів) під час, їхньої адаптації до навчання в умовах воєнного стану.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводилося протягом квітня–червня 2022 року. У ньому взяли участь 92 учасника освітнього процесу. Всі обстеження проводилися з добровільної згоди відповідно до загальних норм біоетики. У роботі дотримані етичні принципи щодо людей, які виступають суб'єктами дослідження, з урахуванням основних положень Керівних принципів належної клінічної практики (GCP) продиктованих Міжнародною конференцією з гармонізації (ICH) і Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації з біомедичних досліджень, Конвенції Ради Європи про права людини й біомедицину, законів України. [7,10].

На початку дослідження сформовано три групи. До першої групи (I) увійшли юнаки і дівчата віком 16-18 років, учні 10-11 класів Харківської гімназії № 116, Харківської міської ради Харківської області; до другої групи (II) – студенти 1-2 курсів ХНПУ імені Г.С. Сковороди, віком 18-20 років; до третьої (III) – курсанти Національної академії Національної гвардії України, віком 19-20 років, другого року навчання.

Функціональний стан досліджуваних оцінювався за показниками сили нервової системи (СНС), лабільність нервових процесів; розрахунку величини адаптаційного потенціалу системи кровообігу, функціональних проб Руф'є, Штанге і Генчі), психологічний – за рівнем реактивної тривожності. [1,2,3].

За показниками теплінг-тесту оцінювали лабільності та силу нервової системи [1].

Визначення адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи здійснено за допомогою розрахунку коефіцієнту здоров'я (КЗ) [2].

Пробу Руф'є проводили при фізичному навантаженні з метою визначення резервів серцево-судинної системи за загально прийнятою методикою [2].

Виявлення функціональних показників дихальної системи здійснили за пробами Штанге та Генча [2]. За пробою Штанге оцінили час (в сек.) максимальної затримки дихання при глибокому вдиху, за пробою Генча – при глибокому видиху.

Результати теплінг-тесту, адаптаційного потенціалу, функціональних проб Руф'є, Штанге і Генче порівнювали з оціночними даними.

Рівень ситуативної (реактивної) тривожності визначали за тестом Спілбергера-Ханіна) [3].

Статистичну обробку отриманих даних проводили методами математичної статистики з використанням програм «Statistica 10.0 for Windows» і «Microsoft Excel». Отримані дані мали допустиму мінливість для нормального розподілу. Визначали середнє арифметичне (\bar{x}) та похибку середнього арифметичного ($\pm S$). Статистично значущу різницю середніх встановлювали за допомогою критерію (t) Стьюдента. Зміни вважали достовірними при $p < 0,05$.

Результати дослідження. Проведення теплінг-тесту серед учасників освітнього процесу усіх трьох груп дозволило оцінити силу нервової системи, що є показником «працездатності» нервових клітин і нервової системи в цілому. Це особливо важливо в стресових умовах для прогнозування психофізіологічних особливостей особистості, таких як індивідуальний рівень витривалості, стійкість до нервово-психологічної напруги, а відтак може бути інформативним у дослідженнях причини виникнення порушення психо-емоційного стану [1].

У ході дослідження з'ясовано, що лабільність нервової системи в учнів 10-11х класів та студентів відповідає за середніми значеннями загальної суми кількості крапок «середньому» рівню, тоді як курсантам – «високому рівню» (табл. 1).

Таблиця 1

Оцінка властивостей нервової системи учасників освітнього процесу за показниками теплінг-тесту

Групи учасників освітнього процесу, n=92	Лабільність нервової системи (середнє значення загальної кількості крапок), $(\bar{x}) \pm S$	Сила нервової системи (середня алгебраїчна різниця між кількістю крапок у 6-му і в усіх інших квадратах), $(\bar{x}) \pm S$
I група, учні n=32	156±2,47	20±0,22
II група, студенти n=36	174±2,36*	24±0,13*
III група, курсанти n=24	198±2,54*	29±0,17*

Примітка: * – статистично значима різниця показників, у порівнянні з першою групою (I)

Отже, курсантам притаманне швидке виконання дій, великий обсяг сприймання інформації та добра адаптація. У той час, як учням і студентам характерний більший ступінь пасивності у поведінці, і більш важча пристосованість до змін.

За даними теплінг-тесту визначено, що в учнів 10-11 класів сила нервової системи статистично значимо менша на 16,7%, ($p < 0,05$), порівняно зі студентами та на 30%, ($p < 0,05$) у порівнянні з курсантами (див. табл. 1).

При аналізі графіків (типу кривої) зміни частоти теплінгу за кожні 5 секунд (типу кривої) виявлено, що у 10 учнів першої групи, наявна середня за силою нервова система, у 7 – середньо-сильна, у 14 – середньо-слабка і тільки у 1 – сильна (рис. 1).

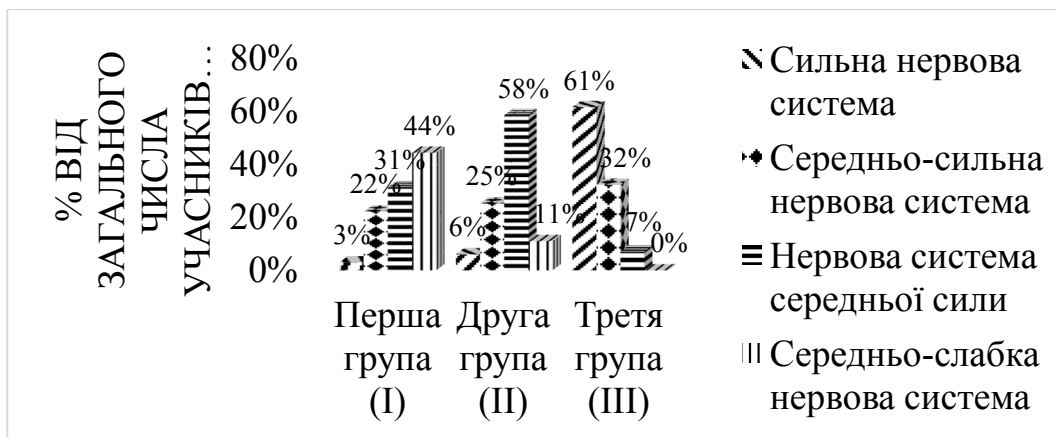


Рис. 1. Ступінь виразності сили/слабкості нервової системи в учасників освітнього процесу

У II групі 2 студентів мають сильну нервову систему; 9 – середньо-сильну; 21 – середню за силою нервову систему та 4 – середньо-слабку (див. рис.1). Слід зазначити, що 14 курсантам (третя група) властива сильна нервова система; 6 – середньо-сильна та 4 – характерна нервова система середньої сили (див. рис.1).

Підсумовуючі дані теплінг-тесту можна зазначити, що у більшості учнів 10-11 класів, переважає слабкий тип нервової системи, якій, ймовірно, характерна нижчі працездатність і стійкість до стресових факторів. Студентам більш притаманний рівний тип кривої, що свідчить про переважно середню силу їхньої нервової системи. Для більшості курсантам, порівняно з учасниками освітнього процесу інших груп, властива більш сильна нервова система, що проявляється у високій витривалості та

працездатності нервових клітин кори головного мозку при значній нарузі збуджувального і гальмівного процесів, низькій тривожності та високому опору стресовим факторам.

Оцінка показників адаптаційного потенціалу (АП) учнів відповідає «незадовільній адаптації», що ймовірно, свідчить про їх переважно та нестабільний психоемоційний стан на тлі воєнних подій. Студентам та курсантам характерна «напруга механізмів адаптації». Слід зазначити, що у студентів рівні функціонального резерву серця наближені до значень «незадовільної адаптації» (табл. 2).

Таблиця 2

Оцінка показників величини адаптаційного потенціалу та вегетативного індексу у учасників освітнього процесу

Групи учасників освітнього процесу, n=92	Середні значення адаптаційного потенціалу у групі, ум.од.
I група, учні n=32	3,29±0,21
II група, студенти n=36	3,08±0,22
III група, курсанти n=24	2,73±0,18

Примітка: * – статистично значима різниця показників, у порівнянні з учнями першої групи (I)

За результатами середніх показників функціональної проби Руф'є працездатність серця у курсантів знаходиться на «доброму» рівні, у студентів та учнів – на «задовільному» (табл. 3). Слід зазначити, що у останніх середні значення функціональних резервів серцево-судинної системи наближаються до «низького» рівня», що, ймовірно, і призводить до напруження її функціонування.

Таблиця 3

Оцінка показників функціональної проби Руф'є та максимальної затримки дихання в учасників освітнього процесу

Групи учасників	Показники індексу Руф'є, ум. од., (X)±S	Показники проби Штанге, с., (X)±S	Показники проби Генчі, с., (X)±S
I група, учні, n=32	14,03±0,31	40,11±0,14	35,08±0,12
II група, студенти, n=36	10,05±0,11	48,71±0,15	38,05±0,12
III група, курсанти, n=24	4,04±0,23*	57,81±0,17*	48,23±0,16*

Примітка: * – статистично значима різниця показників, у порівнянні з учнями першої групи (I)

Впродовж дослідження з'ясовано, що функціональна активність респіраторної системи у курсантів, за пробами Штанге та Генча знаходиться на «доброму» рівні, тоді як у учнів та студентів – на «задовільному» рівні (див. табл. 3). Слід зазначити, що максимальна затримка дихання в учнів (перша група) після глибокого вдиху статистично значимо нижча на 30,8% ($p<0,05$), порівняно з курсантами, а за пробою Генча – на 27,3% ($p<0,05$).

Таким чином, у ході нашого дослідження з'ясовано, що учням 10-11-х класів, порівняно зі студентами та курсантами характерна поява зниження рівня функціональної діяльності кардіореспіраторної системи.

За оцінкою рівня ситуативної (реактивної) тривожності (тест Спілбергера-Ханіна) з'ясовано, що в 76% учнів виражений високий рівень реактивної тривожності, у той час лише у 6% учнів – низький рівень реактивної тривожності. Для більшості студентів 65% характерним був помірний рівень реактивної тривожності. Серед досліджуваних III групи не виявилось курсантів з високим рівнем реактивної тривожності, для їх більшості 68% був наявний низький рівень (рис. 2.)

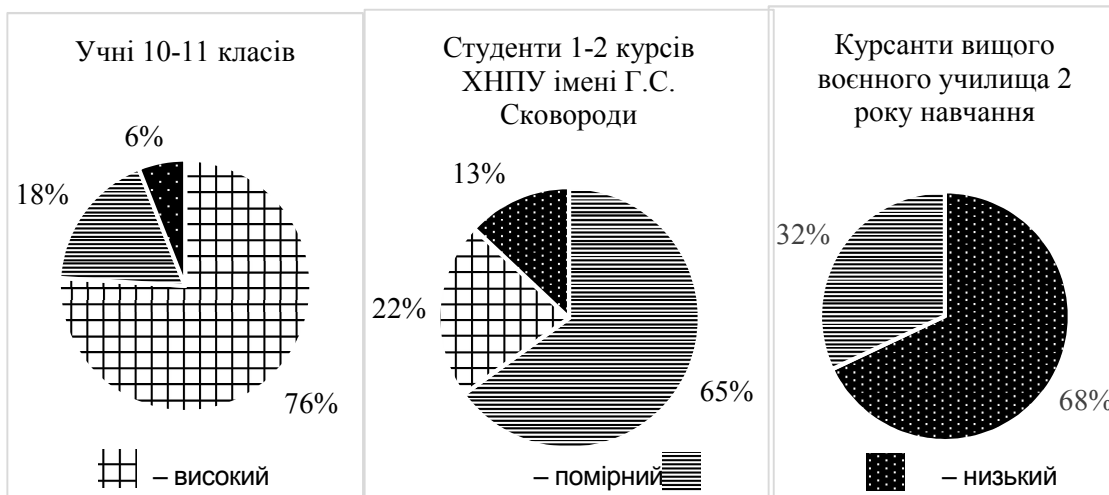


Рис. 2. Розподіл учасників освітнього процесу за рівнем ситуативної (реактивної) тривожності (тест Спілбергера-Ханіна)

Підвищений рівень тривожності в учнів першої групи свідчить про те, що діти мають більш суттєві переживання щодо різних соціально-психологічних стресорів, які можуть їм загрожувати, **зумовлені воєнними подіями, численними повітряними тривогами, ракетними загрозами та вибухами, тоді як** курсантам характерна низька уразливість до стресових факторів, студентам – гранична.

У цілому, рівень досліджуваних психофізіологічних показників в учнів та студентів вказує на дисбаланс роботи серцево-судинної та нервової системи, а отже знижує їхній психофізіологічний потенціал та зменшує функціональні резерви організму, у той час курсанти виявилися більш стресостійкими, їх функціональний стан й регуляторні механізми відповідають фізіологічній нормі.

Література

1. Фізіологія вищої нервової діяльності (ВНД): навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. до лаб. занять з курсу «Фізіологія ВНД» / І. А. Іонов, Т. Є. Комісова, А. В. Мамотенко, С. О. Шаповалов, О. М. Сукач, Н. Ф. Теремецька, О. О. Катеринич; Харк. нац. пед. ун-т імені Г. С. Сковороди. Харків : ФОП Петров В. В., 2017. 143 с.
2. Фізіологія кардіореспіраторної системи : метод. рек. для студ. вищ. навч. закл. до лаб. занять з курсу «Фізіологія людини». Ч. 4. Фізіологія кардіореспіраторної системи / І. А. Іонов, Т. Є. Комісова, В. Ф. Слюсарев, С. О. Шаповалов ; Харків. нац. пед. ун-т імені Г. С. Сковороди. Харків : ЧП Петров В. В., 2017. 66 с.
3. Шкала тривоги Спілбергера (STAI). URL: <https://mozok.ua/depressiya-testy/item/2703-shkala-trivogi-splbergera-STAI> (дата доступу: 25.05.2022)
4. Akbulut-Yuksel, M. (2014). Children of war: The long-run effects of large-scale physical destruction and warfare on children. *Journal of Human resources*, 49 (3), 634-662.
5. 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.
6. Bürgin D, Anagnostopoulos D; Board and Policy Division of ESCAP; Vitiello B, Sukale T, Schmid M, Fegert JM. Impact of war and forced displacement on children's mental health-multilevel, needs-oriented, and trauma-informed approaches. *Eur Child Adolesc Psychiatry*.

2022 Jun;31(6):845-853. doi: 10.1007/s00787-022-01974-z. PMID: 35286450; PMCID: PMC9209349.

7. 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]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. [Accessed 05.05.2022] [in English].

8. Harb GC, Schultz JH. The nature of posttraumatic nightmares and school functioning in war-affected youth. *PLoS One*. 2020 Nov 25;15(11):e0242414. doi: 10.1371/journal.pone.0242414. PMID: 33237929; PMCID: PMC7688112.

9. Osokina O, Silwal S, Bohdanova T, Hodes M, Sourander A, Skokauskas N. Impact of the Russian Invasion on Mental Health of Adolescents in Ukraine. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2023 Mar;62(3):335-343. doi: 10.1016/j.jaac.2022.07.845. Epub 2022 Oct 29. PMID: 36441074.

10. Powszechna Deklaracja w sprawie Bioetyki i Praw Człowieka [online] (2006). URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000146180_pol?posInSet=4&queryId=9a25ec56-7cd1-4e58-bea5-b6aebefcc385 [Accessed 05.05.2022] [in Polish]

11. Riad A, Drobov A, Krobot M, Antalová N, Alkasaby MA, Peřina A, Kořčík M. Mental Health Burden of the Russian-Ukrainian War 2022 (RUW-22): Anxiety and Depression Levels among Young Adults in Central Europe. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Jul 9;19(14):8418. doi: 10.3390/ijerph19148418. PMID: 35886269; PMCID: PMC9318466.

References

1. Fizioloģiia vyshchoi nervovoi diialnosti (VND): navch. posib. dlia stud. vyshch. navch. zakl. do lab. zaniat z kursu «Fizioloģiia VND» [Physiology of higher nervous activity (HNA): textbook for students of higher educational institutions for laboratory classes in the course "Physiology of HNA"]. Kharkiv: FOP Petrov V. V. 2017.-143 p. [in Ukrainian].

2. Fizioloģiia kardiorespiratornoi systemy: metod. rek. dlia stud. vyshch. navch. zakl. do lab. zaniat z kursu «Fizioloģiia liudyny». Ch. 4. Fizioloģiia kardiorespiratornoi systemy [Physiology of the cardiorespiratory system: methodological recommendations for students of higher educational institutions for laboratory classes in the course "Human Physiology". Part 4. Physiology of the cardiorespiratory system]. Kharkiv: ChP Petrov V. V., 2017. – 66 p. [in Ukrainian].

3. Shkala tryvohy Spilberhera (STAI) [Spielberger State-Trait Anxiety Inventory (STAI)] URL: <https://mozok.ua/depressiya/testy/item/2703-shkala-trivohy-splbergera-STAI> [Accessed 25.05.2022] [in Ukrainian].

4. Akbulut-Yuksel, M. (2014). Children of war: The long-run effects of large-scale physical destruction and warfare on children. *Journal of Human resources*, 49 (3), 634-662. [in English].

5. 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].

6. Bürgin D, Anagnostopoulos D; Board and Policy Division of ESCAP; Vitiello B, Sukale T, Schmid M, Fegert JM. Impact of war and forced displacement on children's mental health—multilevel, needs-oriented, and trauma-informed approaches. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2022 Jun;31(6):845-853. doi: 10.1007/s00787-022-01974-z. PMID: 35286450; PMCID: PMC9209349. [in English].

7. 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]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. [Accessed 15.10.2021] [in English].

8. Harb GC, Schultz JH. The nature of posttraumatic nightmares and school functioning in war-affected youth. *PLoS One*. 2020 Nov 25;15(11):e0242414. doi: 10.1371/journal.pone.0242414. PMID: 33237929; PMCID: PMC7688112. [in English].

9. Osokina O, Silwal S, Bohdanova T, Hodes M, Sourander A, Skokauskas N. Impact of the Russian Invasion on Mental Health of Adolescents in Ukraine. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2023 Mar;62(3):335-343. doi: 10.1016/j.jaac.2022.07.845. Epub 2022 Oct 29. PMID: 36441074. [in English].

10. Powszechna Deklaracja w sprawie Bioetyki i Praw Człowieka [online] (2006). URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000146180_pol?posInSet=4&queryId=9a25ec56-7cd1-4e58-bea5-b6aebefcc385 [Accessed 15.10.2021] [in Polish].

11. Riad A, Drobov A, Krobot M, Antalová N, Alkasaby MA, Peřina A, Kořčík M. Mental Health Burden of the Russian-Ukrainian War 2022 (RUW-22): Anxiety and Depression Levels among Young Adults in Central Europe. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Jul 9;19(14):8418. doi: 10.3390/ijerph19148418. PMID: 35886269; PMCID: PMC9318466. [in English].

Komisova T.

Candidate of Biological Sciences, Professor,
Head of Ya.R. Synelnikov Department of Human Anatomy and Physiology,
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University
kaf-anatomy-physiology@hnpu.edu.ua
orcid.org/0000-0003-3959-8575

Alla Mamotenko

Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer at the Ya.R. Synelnikov
Department of Human Anatomy and Physiology,
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University
kaf-anatomy-physiology@hnpu.edu.ua
orcid.org/0000-0001-6101-9723

Kovalenko L.

Senior Lecturer at the Ya.R. Synelnikov Department
of Human Anatomy and Physiology,
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University
kaf-anatomy-physiology@hnpu.edu.ua
orcid.org/0000-0003-4980-7887

Iryna Fediai

PhD in biology, Associate Professor of the Department of Medical
and Biological Foundations of Sport and Physical Culture
kaf-anatomy-physiology@hnpu.edu.ua
orcid.org/0000-0002-7171-1622

Mykola Osynskyi

A postgraduate student, Ya.R. Synelnikov Department of Human Anatomy
and Physiology, H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University
kaf-anatomy-physiology@hnpu.edu.ua
orcid.org/0000-0002-2865-1951

COMPREHENSIVE STUDY OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS OF EDUCATIONAL PROCESS PARTICIPANTS UNDER MARTIAL LAW CONDITIONS

The realities of everyday life for every Ukrainian in wartime demand significant attention to their physical, emotional, and spiritual well-being. Therefore, the issue related to the preservation and strengthening of the psycho-functional state remains and will continue to be a relevant societal problem long after the end of the war. The purpose of the study was to assess the psychophysiological indicators of participants in the educational process of general secondary education institutions and higher educational institutions (students of the pedagogical university, cadets of higher military institutions) during their adaptation to learning under martial law conditions.

A comparative comprehensive study of psychophysiological indicators was conducted among 92 participants in the educational process: 10-11th grade students aged 16-17

years, pedagogical university students aged 18-20 years, and cadets of the National Academy of the National Guard of Ukraine aged 19-20 years. The psychophysiological state was assessed by indicators of nervous system strength (CNS), functional tests of the cardiorespiratory system (Ruffier, Stange, and Genchi), adaptation potential, and the level of reactive anxiety.

The study revealed that 10-11th grade students are characterized by decreased adaptation processes and tension of regulatory mechanisms against a background of high reactive anxiety. The psychophysiological state of university students was marked by decreased adaptation and regulatory mechanisms against a background of moderate reactive anxiety. Cadets were found to be more stress-resistant, with their functional state and regulatory mechanisms corresponding to physiological norms, and the majority exhibited low reactive anxiety.

Key words: adaptation potential, reactive anxiety, psychophysiological state.

**Стаття до редакції надійшла 05.06.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 15.06.2024 року**

УДК 612.122

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-103-112

Сутормін Д. О.

аспірант кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
sutormindenys@ukr.net
orcid.org/0009-0009-3868-0797

Казначєєв Д. А.

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

**МІКРОКРИСТАЛІЗАЦІЯ СЛИНИ У ЛЮДЕЙ, ЩО СТРАЖДАЮТЬ
НА ВРОДЖЕНІ ПАТОЛОГІЇ ЗОРУ**

Дослідження слини використовується для діагностики в медичній галузі, що дає змогу отримувати дані про різноманітні біохімічні та фізіологічні маркери, що дає змогу виявляти різноманітні патофізіологічні та адаптаційні процеси.

Слина це унікальне біологічне середовище, яке представляє собою біологічну рідину з різним спектром речовин, які в певній мірі віддзеркалюють функціональний стан окремих органів та фізіологічних систем організму.

Зміни кристалізаційних особливостей слини є діагностичною ознакою певних видів патології та негативного впливу екзогенних та ендогенних факторів середовища на діяльність цілісного організму.

На сучасному етапі розвитку медико-біологічної науки, методика нативної кристалізації набуває більш технологічної характеристики завдяки отриманню результатів у вигляді комп'ютерного відеоряду і створенням алгоритмів опису варіантів мікрокристалічних агрегатів біологічної рідини в тому числі і слини.

Метою дослідження вивчення особливостей мікрокристалізації слини у людей, що мають вроджену патологію зорової сенсорної системи.

Дослідження було проведено на групі волонтерів, яка складалася з 42 осіб: 21 особа з контрольної групи (практично здорові) та 21 особа з групи, які мають вроджені патології зорової сенсорної системи (повна або часткова сліпота). Всі волонтери були чоловічої статі. Мікрокристалізацію слини досліджували за методикою Леуса П. А.

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.

Таким чином отримані нами результати стосовно особливостей кристалізації слини у волонтерів що страждають на вроджену патологію зору характеризується переважанням мікрокристалів III та IV типу (28,57 %; 57,14 %), така картина в кристалізації та архітектоніці мікрокристалів слини зумовлена проявами функціонального навантаження симпатичних та парасимпатичних регуляцій гомеостазу цілісного організму.

***Ключові слова:** мікрокристалізація слини, вроджена патологія зорової сенсорної системи, спадкова міопія, часткова сліпота, повна сліпота.*

Вступ. Сучасне суспільство характеризується високим темпом розвитку в усіх галузях знань, що створює основу для формування нових методів дослідження в медико-біологічній галузі науки та формує потужний вектор інноваційної діяльності,

який спрямований на дослідження різноманітних біологічних рідин. Значну увагу науковці-дослідники приділяють розробці та впровадженню в повсякденну практику в медицині та біології, високоефективних неінвазивних методів дослідження біологічного матеріалу в тому числі біологічних рідин [25].

Саме неінвазивним методам дослідження приділяється значна увага, як джерело отримання альтернативних даних про кількісні та якісні характеристики функціонального стану, який характеризує життєдіяльність організму без порушень шкірних покривів.

Дослідження слини використовується для діагностики в медичній галузі, що дає змогу отримувати дані про різноманітні біохімічні та фізіологічні маркери, що дає змогу виявляти різноманітні патофізіологічні та адаптаційні процеси. Отримані результати, за даними напрямком дослідження, сформувавши основу для впровадження методу дослідження кристалізації слини в галузі клінічної діагностики для моніторингових скринінгів фізіологічних та функціональних станів людського організму [11; 14; 27]

Мікрокристалізація слини – неінвазивне дослідження в основі якого лежить дегідратація краплі слини. Окрім відсутності проникнення через шкірні покриви для забору зразків, є ряд інших переваг таких як: простота збору, зменшення витрат з боку економічної складової витратних матеріалів та обладнання, психоемоційний аспект під час забору біологічних матеріалів [15; 22].

Слина це унікальне біологічне середовище, яке представляє собою біологічну рідину з різним спектром речовин, які в певній мірі віддзеркалюють функціональний стан окремих органів та фізіологічних систем організму [6; 9].

Саме всебічне вивчення процесів кристалізації слини очолює нові аспекти дослідження в медико-біологічній галузі. Так при дегідратації біологічної рідини в тому числі і слини, відбувається утворення твердої фази, яка характеризується взаємодією між окремими складовими середовища, що створює умови для їх дослідження та аналізу. Вищевикладене створює підґрунтя для проведення аналізу процесів дегідратації та утворення кристалів з урахуванням віку, функціонального стану організму, виявлення різних соматичних захворювань, патологій в першу чергу ротової порожнини та органів системи травлення, наявності певних генетичних маркерів, а також проводити моніторинг прийому та впливу лікарських препаратів [3; 9]. Зміни кристалізаційних особливостей слини є діагностичною ознакою певних видів патології (хронічний стрес, хвороби системи травлення, порушення регуляторних процесів) та негативного впливу екзогенних та ендогенних факторів середовища на діяльність нервової системи [3; 4; 8; 15].

На сучасному етапі методика нативної кристалізації набуває більш технологічної характеристики завдяки отриманню результатів у вигляді комп'ютерного відеореєстру і створенням алгоритмів опису варіантів мікрокристалічних агрегатів біологічної рідини в тому числі і слини [20].

Мета дослідження є вивчення особливостей мікрокристалізації слини у людей, що мають вроджену патологію зорової сенсорної системи.

Методи та організація дослідження. Дослідження проводилось на групі волонтерів, яка складалася з 21 особи – контрольна/перша група (практично здорові), 21 особа – друга група (волонтери, які мають вроджені патології зорової сенсорної системи: повна або часткова сліпота). Всі волонтери були чоловічої статі, середній вік яких становив $22,8 \pm 1,2$ років. Всі волонтери дали письмову згоду на участь в дослідженні.

Мікрокристалізацію слини досліджували по-методиці Леуса П. А. Методика збору досліджуваного субстрату заснована на збиранні нестимульованої змішаної слини, яка акумулюється у порожнині рота до появи рефлексу ковтання слини, тобто річ іде саме про ротову рідину [1; 6]. Забір слини здійснювали через 2 години після прийому їжі. До забору біологічних зразків волонтери прополоскали порожнину рота

водою протягом 30 секунд. Проведення забору біологічного матеріалу здійснювався по мірі накопичення нестимульованої слини в порожнині рота, в нестерильні пробірки об'ємом 7 мл з герметичною заглишкою, отриманий біоматеріал мав маркування. Середній об'єм зібраної слини становив 1-1,5 мл. Транспортування біологічної рідини (слина) здійснювали у спеціальному термоконтейнері з охолоджуючими елементами. Термін зберігання при температурі +2 – + 8 °С – впродовж 1 доби [13].



Рис. 1. a – Термоконтейнер (термосумка), b – охолоджуючі елементи

Приготування нативних препаратів слини відбувалося після 12 годин від моменту їх збору, згідно наказу МОЗ №662 від 30.07.2013 [13].

Алгоритм приготування нативного препарату слини по-методиці Леуса П.А.: предметне скло попередньо знежирене та промаркероване відповідно до номеру волонтера; нестерильною піпеткою Пастера 0,2 мл слини було нанесено на предметне скло зі збереженням перпендикулярного положення; висушування зразку відбувалось при кімнатній температурі протягом 6-8 годин після нанесення слини на предметне скло [1; 6].

Наступний етап: отриману мікрокристалізаційну архітектоніку вивчали за допомогою світлової мікроскопії, мікроскопом MICROmed XS-3330 LED, при збільшенні 4x10(40x) та 10x10(100x), з використанням методики світлого поля. Фотопротокол досліджуваних зразків отримували за допомогою камери MICROmed MDC-500. Відео-окуляр був приєднаний через трубку-адаптер на мікроскопі [7].

Дослідження мікрокристалізації слини було проведено як в першій (контрольна) групі, так і в другій групі (волонтери з вродженими патологіями зору).

Ідентифікацію мікрокристалів слини проводили шляхом диференціації на I-V типи мікрокристалічних агрегатів, за даними Aurelia Spinei, Alina Monica Picos, Ina Romanciuc [25].

I тип – характерний чіткий малюнок з великих кристалів, які зв'язані між собою, має вигляд листка папороті.

II тип – характеризується наявністю голкоподібних структур, або поодинокими кристалоподібними структур, які менші за формою ніж у I типі.

III тип – проявляється наявністю великих фрактальних мікрокристалів по периферії та поодиноких кристалів які мають каплеподібну або зірчасто-подібну форми, але конструкція утворення може варіюватися.

IV тип – характеризується наявністю окремих кристалів в вигляді стебла або гілки, які розташовуються відносно рівномірно по всій поверхні дегідрованої краплі слини.

V тип має значну кількість окремих зірчастих кристалів овальної чи неправильної форми, розташованих в ізометричному положенні [25].

Базою для отримання зразків слини у волонтерів що страждають на вроджену патологію зору була спеціально загальноосвітня школа-інтернат для сліпих та слабозорих людей, м. Слов'янськ, Донецької області (евакуйована з 2022 року в місто Кам'янське, Дніпропетровської області).

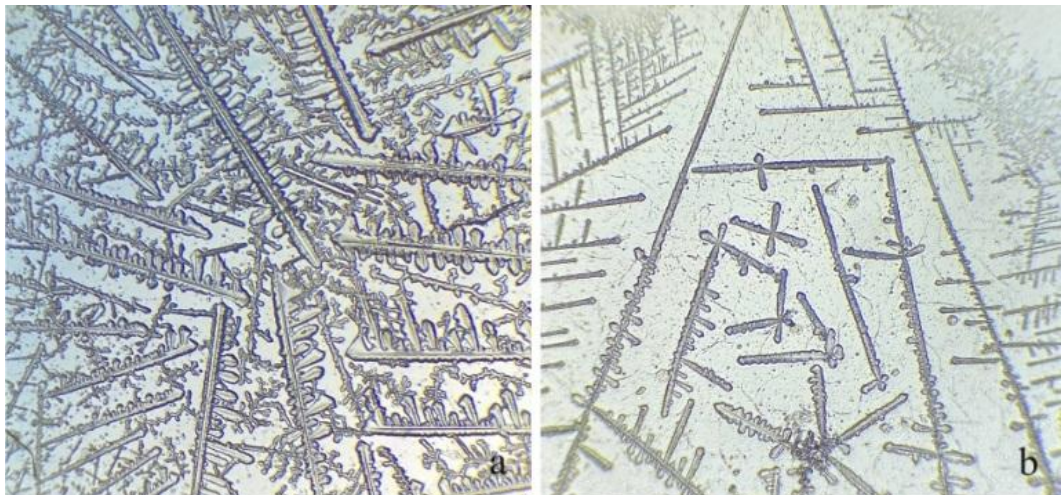
Забір зразків слини проводився з 10:30 до 11:30, під наглядом лікарів спеціально загальноосвітньої школи-інтернат для сліпих та слабозорих людей.

Під час дослідження враховували зміни розумової працездатності на початку робочого дня і тижня, дослідження здійснювали у дні високої розумової працездатності – у вівторок, середу, четвер з 09.00 до 11.00 ранку, коли спостерігається оптимальний рівень фізіологічних функцій [2; 12].

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. Всі волонтери дали письмову згоду на участь у дослідженні [5; 10].

Результати досліджень та їх обговорення. Зразки контрольної групи характеризувались наявністю I та II типів мікрокристалізації слини, що відповідає нормальному перебігу фізіологічних процесів (Рис. 2), згідно з даними Aurelia Spinei, Alina Monica Picos, Ina Romanciuc [25].



**Рис. 2. I та II тип мікрокристалізації слини (контрольна група) 4x10:
a – I тип, b – II тип**

Під час проведення оптичної мікроскопії в групі волонтерів з вродженими патологіями зору (друга група) відмічалась кількісна перевага мікрокристалізації слини III та IV типів (Рис. 3); відсотковий розподіл між типами мікрокристалізації слини склав: I та II тип відсутні, III тип – 28,57 %, IV тип – 57,14 %, V тип – 9,52 %.

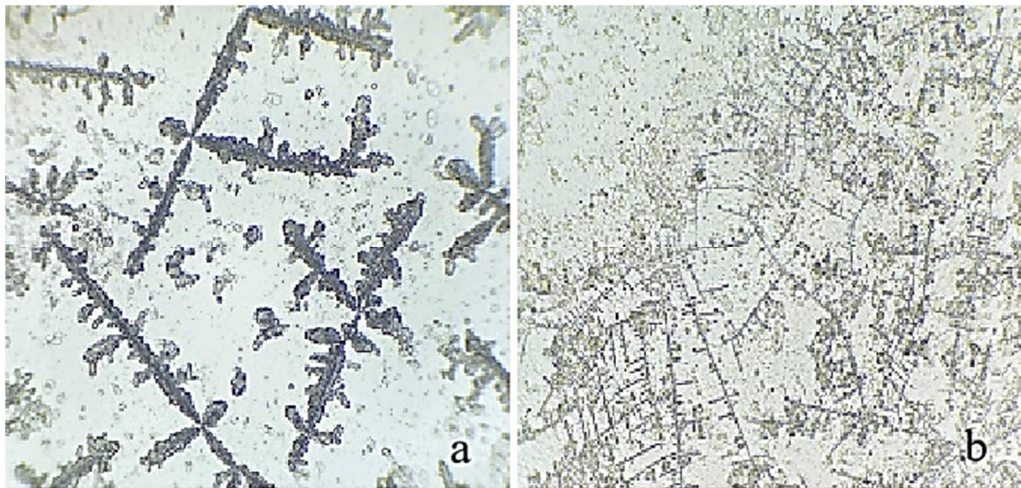


Рис. 3. III та IV тип мікрокристалізації слини (волонтери з вродженими патологіями зору) 4x10: a – III тип, b – IV тип

На нашу думку в другій групі волонтерів перевага кристалів III та IV типів зумовлена вродженими патологіями зору, які характеризуються постійним проявом стресового стану, який формується на тлі вроджених дисфункцій органів зору.

За літературними джерелами відомо що вроджена патологія зору супроводжується певними порушеннями психічних, психофізіологічних, циркадальних ритмів, місцевої гемодинаміки та гомеостатичних показників [21; 24].

Психологічні фактори, які відчувають люди з вадами зору включають соціальну ізоляцію, недостатній рівень самоповаги, тривогу та стрес, побоювання спілкування та розвиток прагматичних порушень [24]. Вроджена патологія зору (повна та часткова сліпота), характеризується різними фізіологічними реакціями (підтримка гомеостазу, функціональний стан кардіо-респіраторного апарату, функціонального стану ЦНС та механізмів нейрогуморальної регуляції) на сприйняття світлових подразників. Дисфункції в регуляторних системах у людей, що страждають на вроджену патологію органів зору супроводжуються: безсонням та надмірною денною сонливістю, як наслідок виникає порушення циркадального ритму [17; 21; 24]. На підставі наведеного можна зробити висновок, що особи із вродженими патологіями зору перебувають у стані хронічного стресу, спричиненого постійними труднощами в орієнтації, комунікації та виконанні повсякденних завдань.

Відсутність гармонійності в циркадальному ритмі на тлі вродженої патології зору призводить до десинхронізації сталості гомеостазу, в першу чергу рівень кортизолу, мелатоніну та регуляцію температури тіла [17; 21].

В роботах Dongfeng Li, Ving Fai Chan, Gianni Virgili встановлено значний позитивний зв'язок між погіршенням зору та показниками депресії та тривоги у дітей та значне покращення психологічної динаміки після виправлення зорового дефекту [23].

Люди які страждають на набуту патологію зору мають більш виражені зрушення (як позитивні так і негативні) в психо-фізіологічних показниках в порівнянні з такими характеристиками у людей що страждають на вроджену патологію зору [18].

Зміна структури мікрокристалічної архітектури залежить від співвідношення рідкої та сухої фракції слини, що доведено в роботі Ємельянової Н. Ю. [8].

Електроліти слини та секреція рідини контролюються парасимпатичною активністю, тоді як секреція білка слини запускається симпатичною стимуляцією [8].

Співвідношення активації симпатичної та парасимпатичної складових вегетативної нервової системи вказують на функціональне навантаження та адаптаційне виснаження регуляторних механізмів [8].

Таким чином, отримані нами результати стосовно особливостей кристалізації слини на фоні вроджених патологій зору дають можливість більш глибокого розуміння організації та інтеграції специфічних шляхів стресової системи та нейрохімічних мереж, які сприяють цим зв'язкам. перегукується з результатами досліджень Tsigos, C., Kyrou, I., Kassi, E., & Chrousos, G. P. [26].

Люди з вродженими патологіями зору відчувають на собі тривалий вплив хронічного стресу (неможливість повної соціалізації), що викликає кумулятивних фізіологічних і психологічних ефектів, збільшуючи ризики формування генералізованих патологічних процесів в серцево-судинній системі, а також формують відчуття тривожності та депресії [19].

Результати наших досліджень в деяких аспектах перегукуються з науковим доробком колективу науковці Tsigos, C., Kyrou, I., Kassi, E., & Chrousos, G. P. [26].

Висновок. Таким чином отримані нами результати стосовно особливостей кристалізації слини у волонтерів що страждають на вроджену патологію зору характеризується переважанням мікрокристалів III та IV типу (28,57%; 57,14%), така картина в кристалізації та архітектоніці мікрокристалів слини зумовлена проявами функціонального навантаження симпатичних та парасимпатичних регуляцій гомеостазу цілісного організму.

Дослідження особливостей кристалізації слини в нашому випадку (у людей що страждають на вроджену патологію зору: часткова та повна сліпота), дають можливість більш глибокого розуміння інтеграції специфічних шляхів стресової системи та нейрохімічних мереж без використання інвазивних та функціональних методик дослідження стану функціональних систем.

Перспективи подальшого дослідження з'ясувати особливості мікрокристалізації слини з вродженими патологіями зору на тлі фізичних навантажень (прояви дистресу).

Література

1. Боднарук Ю. Б. Особливості мікрокристалізації слини при хронічному катаральному гінгівіті у дітей з дитячим церебральним паралічем. *Вісник проблем біології і медицини*. 2014. №4 (116). С. 313-315.
2. Вікова фізіологія: Підручник. П. Д. Плахтій, Н. В. Рубановська, Д. П. Плахтій, В. А. Колодій; за ред. П. Д. Плахтія. – Львів: Видавництво «Новий Світ-2000», 2020. – 340 с.
3. Гаврилюк Н. С., Кіндрат А. В., Цимбаліста І. В. Клінічне значення кристалізації слини у хворих з кислотозалежними захворюваннями. *Сучасна гастроентерологія*. 2014. №6(80). С. 37-42.
4. Гармаш О. В., Рябоконець Є. М., Гармаш Є. К. Підходи до використання кристалооптичного методу дослідження біологічних рідин. *Clinical pharmacy*. 2014. Vol. 18. № 4. С. 34-37.
5. Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження». [Інтернет]. Документ 990_005, редакція від 01.10.2008. Доступно на: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005
6. Данильців Л. О., Рожко М. М., Назарук Р. М. Особливості мікрокристалізації ротової рідини в 15-річних підлітків із різним психоемоційним станом. *Терапевтика*. 2022. Т. 3, № 1. С. 30-34. DOI:10.31793/2709-7404.2022.3-1.30
7. Декларація про відповідність продукції вимогам технічного регламенту щодо медичних виробів, реєстраційний №UA.TR.754.D.38667476/MM/DEC-006 версія 2 від 08.01.2024 р.
8. Ємельянова Н. Ю. Стан ротової рідини пацієнтів, які перебувають в умовах тривалого хронічного стресу. *Український терапевтичний журнал*. 2023. №3. С. 40-46. DOI:10.30978/UTJ2023-2-40
9. Жалдак А., Іванько О., Депутат Ю. Вивчення досвіду застосування неінвазивних методів для оцінки функціонального стану організму при фізичних та психоемоційних

навантаженнях (огляд літератури). *Ukrainian Scientific Medical Youth Journal*. 2021. № 2(124). С. 53-63. DOI:10.32345/USMYJ.1.2021.53-63

10. 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>

11. Залюбовська О. І., Тютка Т. І., Зленко В. В. Саліводіагностика: реалії та перспективи. *Теоретична і експериментальна медицина*. 2016. № 4 (73). С. 15-19.

12. Коцан І. Я. Вікова фізіологія: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / І. Я. Коцан, С. Є. Швайко, О. Р. Дмитроца; Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки. – Луцьк : Вежа-Друк, 2013. – 376 с.

13. Наказ №662 30.07.2013 “Про затвердження Методичних рекомендацій “Порядок забору, транспортування та зберігання матеріалу для дослідження методом полімеразної ланцюгової реакції.” Доступно на: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0662282-13#Text>

14. Сутормін Д. О., Шейко В. І. Особливості мікрокристалізації слини на фоні різних фізіологічних та патофізіологічних процесів. *XV International scientific and practical conference «Distance education as the main problem young people»*. Madrid, Spain, 2023. С. 33-36. DOI:10.46299/ISG.2023.2.15.

15. Шейко В. І., Сутормін Д. О. Мікрокристалізація слини як маркерний показник фізіологічних та патофізіологічних процесів. *Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя)*. 2023. № 2. С. 76-83. DOI: 10.31654/2786-8478-2023-BN-2-76-83.

16. Шнайдер С. А., Скиба В. Я., Скиба О. В., Бабеня Г. О., Варжапетян С. Д. Стан тканин порожнини рота в пацієнтів на цукровий діабет 2 типу. *Клінічна медицина*. 2020. №25(3). С. 153–160.

17. Atan Y. S., Subaşı M., Güzel Özdemir P., Batur M. The Effect of Blindness on Biological Rhythms and the Consequences of Circadian Rhythm Disorder. *Turk J Ophthalmol*. 2023. 53(2). С. 111-119. DOI:10.4274/tjo.galenos.2022.59296.

18. Choi S. U., Chun Y. S., Lee J. K. et al. Comparison of vision-related quality of life and mental health between congenital and acquired low-vision patients. *Eye*. 2019. №33. P.1540–1546. DOI:10.1038/s41433-019-0439-6

19. Chu B., Marwaha K., Sanvictores T., Awosika A. O., Ayers D. Physiology, Stress Reaction. In *StatPearls*. 2024. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31082164/>

20. Cui Y., Yang M., Zhu J., Zhang H., Duan Z., Wang S., Liao Z., Liu W. Developments in diagnostic applications of saliva in human organ diseases. *Medicine in Novel Technology and Devices*. 2022. Vol. 13. P. 1-13. DOI:10.1016/j.medntd.2022.100115

21. Jammal H. M., Khader Y., Kanaan S.F., Al-Dwairi R., Mohidat H., Al-Omari R., Alqudah N., Saleh O. A., Alshorman H., Al Bdour M. The Effect of Visual Impairment and Its Severity on Vision-Related and Health-Related Quality of Life in Jordan: A Comparative Cross-Sectional Study. *J Multidiscip Healthc*. 2023. №16. P. 3043-3056. DOI:10.2147/JMDH.S431159

22. Karabaev M., Gasanova N. M., Botirov M. T. Morphological indicators of dehydrated saliva microcrystals as an indicator of one's prenosological level. *Journal of Preventive Medicine*. 2020. Vol.5 No.6:68. DOI:10.36648/2572-5483.5.6.68

23. Li D., Chan V. F., Virgili G., Piyasena P., Negash H., Whitestone N., O'Connor S., Xiao B., Clarke M., Cherwek D. H., Singh M. K., She X., Wang H., Boswell M., Prakalapakorn S. G., Patnaik J. L., Congdon N. Impact of Vision Impairment and Ocular Morbidity and Their Treatment on Depression and Anxiety in Children: A Systematic Review. *Ophthalmology*. 2022. Vol. 129. № 10. P. 1152-1170. DOI:10.1016/j.optha.2022.05.020.

24. Lulu C., Xie H., Wang P., Zhang T. Impacts of visual impairment on pragmatic impairment: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*. 2023. № 18(12): e0294326. DOI:10.1371/journal.pone.0294326

25. Spinei A., Picos A. M., Romanciuc I., Berar A., Mihailescu A.M. The Study of Oral Liquid Microcrystallization in Children with Gastro-Esophageal Reflux Disease. *Clujul Med*. 2014. №87(4). P. 269-276. DOI:10.15386/cjmed-387

26. Tsigos C., Kyrou I., Kassi E., & Chrousos G. P. Stress: Endocrine Physiology and Pathophysiology. 2020. In K. R. *Endotext*. MDText.com, Inc. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25905226/>

27. Zhang C. Z., Cheng X. Q., Li J. Y., Zhang P., Yi P., Xu X., Zhou, X. D. Saliva in the diagnosis of diseases. *International journal of oral science*. 2016. № 8(3). P.133–137. DOI:10.1038/ijos.2016.38

References

1. Bodnaruk Y. B. (2014). Osoblyvosti mikrokrystalizatsii slyny pry khronichnomu kataralnomu hinhiviti u ditei z dytyachym tserebralnym paralichem [Features of saliva microcrystallization in chronic catarrhal gingivitis in children with cerebral palsy]. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*. 4(116). 313-315 [in Ukrainian].

2. Plakhtii P. D., Rubanovka, N. V., Plakhtii, D. P., & Kolodii, V. A. (2020). *Vikova fiziolohiia: Pidruchnyk [Age physiology: Textbook]*. Lviv: Vydavnytstvo «Novyi Svit-2000». 340 [in Ukrainian].

3. Havryliuk N. S., Kindrat A. V., & Tsimbalista I. V. (2014). Klinichne znachennia kristalizatsii slyny u khvorykh z kyslotozalezhnymy zakhvoriuvanniamy [Clinical significance of saliva crystallization in patients with acid-dependent diseases]. *Suchasna hastroenterolohiia*. 6(80). 37-42 [in Ukrainian].

4. Harmash O. V., Riabokon Ye. M., & Harmash Ye. K. (2014). Pidkhody do vykorystannia kristalooptichnoho metodu doslidzhennia biolohichnykh ridyn [Approaches to the use of the crystallo-optical method of biological fluids research]. *Clinical pharmacy*. 18(4). 34-37 [in Ukrainian].

5. Helsinska deklaratsiia Vsesvitnoi medychnoi asotsiatsii «Etychni pryntsyipy medychnykh doslidzen za uchastiu liudyny u yakosti obiekta doslidzhennia» [Helsinki Declaration of the World Medical Association “Ethical Principles of Medical Research Involving Human Subjects”]. (2008). Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005

6. Daniltsiv L. O., Rozhko M. M., & Nazaruk R. M. (2022). Osoblyvosti mikrokrystalizatsii rotovoi ridyny v 15-richnykh pidlitkiv iz riznym psykhoemotsiinym stanom [Features of oral fluid microcrystallization in 15-year-old adolescents with different psycho-emotional state]. *Terapevtyka*. 3(1). 30-34 [in Ukrainian]. DOI:10.31793/2709-7404.2022.3-1.30

7. Deklaratsiia pro vidpovidnist produktii vymoham tekhnichnoho rehlementu shchodo medychnykh vyrobiv, reiestratsiinyi №UA.TR.754.D.38667476/MM/DEC-006 versiia 2 vid 08.01.2024 r. [Declaration of conformity of products to the technical regulations for medical devices, registration №UA.TR.754.D.38667476/MM/DEC-006 version 2 from 08.01.2024].

8. Yemelianova, N. Y. (2023). Stan rotovoi ridyny patsientiv, yaki perebuvaui v umovakh tryvalo ho khronichno ho stresu [The state of oral fluid in patients who are under conditions of prolonged chronic stress]. *Ukrainskyi terapevtychnyi zhurnal*. 3. 40-46 [in Ukrainian]. DOI:10.30978/UTJ2023-2-40

9. Zhaldak A., Ivanko O., & Deputat Y. (2021). Vyvchennia dosvidu zastosuvannia neiinvazyvnykh metodiv dlia otsinky funktsionalno ho stanu orhanizmu pry fizychnykh ta psykhoemotsiinnykh navantazhenniakh (ohliad literatury) [Study of the experience of using non-invasive methods to assess the functional state of the organism under physical and psycho-emotional loads (literature review)]. *Ukrainian Scientific Medical Youth Journal*. 2(124). 53-63 [in Ukrainian]. DOI:10.32345/USMJ.1.2021.53-63

10. Zalna deklaratsiia pro bioetyku ta prava liudyny. Orhanizatsiia Obiednanykh Natsii z pytan osvity, nauky i kultury: viddil etyky nauky i tekhnolohii: sektor sotsialnykh i humanitarnykh nauk [General Declaration on Bioethics and Human Rights. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: Department of Science and Technology Ethics: Social and Human Sciences Sector]. (2005). Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf>

11. Zaliubovska O. I., Tiupka T. I., & Zlenko V. V. (2016). Salivodiagnostyka: realii ta perspektyvy [Salivodiagnosics: realities and prospects]. *Teoretychna i eksperymentalna medytsyna*. 4(73). 15-19 [in Ukrainian].

12. Kotsan I. Ya., Shvaiko S. Ye., & Dmytrotsa O. R. (2013). *Vikova fiziolohiia: navch. posib. dlia stud. vysh. navch. zakl. [Age physiology: educational manual for students of higher educational institutions]*. Lutsk: Vezha-Druk [in Ukrainian].

13. Nakaz №662 30.07.2013 "Pro zatverdzhennia Metodychnykh rekomendatsii "Poriadok zaboru, transportuvannia ta zberihannia materialu dlia doslidzhennia metodom polimeraznoi lantsiuhovoi reaktsii." [Order №662 30.07.2013 "On approval of the Methodical recommendations "Procedure for sampling, transportation and storage of material for research by polymerase chain reaction."]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0662282-13#Text>

14. Sutormin D. O., & Sheiko V. I. (2023). Osoblyvosti mikrokrystalizatsii slyny na foni riznykh fiziologichnykh ta patofizi-olohichnykh protsesiv [Features of saliva microcrystallization against the background of various physiological and pathophysiological processes]. XV International scientific and practical conference «Distance education as the main problem young people». Madrid, Spain. 33-36 [inUkrainian]. DOI:10.46299/ISG.2023.2.15.

15. Sheiko V. I., & Sutormin D. O. (2023). Mikrokrystalizatsiia slyny yak marker-nyi pokaznyk fiziologichnykh ta patofizi-olohichnykh protsesiv [Microcrystallization of saliva as a marker indicator of physiological and pathophysiological processes]. Naukovi zapysky. Biologichni nauky (Nizhynskiy derzhavnyi universytet imeni Mykoly Hoholia). 2. 76-83[inUkrainian]. DOI: 10.31654/2786-8478-2023-BN-2-76-83.

16. Shnaider S. A., Skiba V. Ya., Skiba O. V., Babenia, H. O., & Var-zhapetian, S. D. (2020). Stan tkanyn porozhnyiny rota v patsientiv na tsukrovyy diabet 2 typu [The state of oral cavity tissues in patients with type 2 diabetes]. Klinichna medytsyna. 25(3). 153–160 [inUkrainian].

17. Atan Y. S., Subaşı M., Güzel Özdemir P., & Batur M. (2023). The Effect of Blindness on Biological Rhythms and the Consequences of Circadian Rhythm Disorder. Turk J Ophthalmol. 53(2). 111-119. DOI:10.4274/tjo.galenos.2022.59296.

18. Choi S. U., Chun Y. S., Lee J.K. et al. (2019). Comparison of vision-related quality of life and mental health between congenital and acquired low-vision patients. Eye. 33. 1540–1546. DOI:10.1038/s41433-019-0439-6

19. Chu B., Marwaha K., Sanvictores T., Awosika A. O., & Ayers D. (2024). Physiology, Stress Reaction. In StatPearls. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31082164/>

20. Cui Y., Yang M., Zhu J., Zhang H., Duan Z., Wang S., Liao Z., & Liu W. (2022). Developments in diagnostic applications of saliva in human organ diseases. Medicine in Novel Technology and Devices. 13. 1-13. DOI:10.1016/j.medntd.2022.100115

21. Jammal H. M., Khader Y., Kanaan S. F., Al-Dwairi R., Mohidat H., Al-Omari R., Alqudah N., Saleh O.A., Alshorman H., & Al Bdour M. (2023). The Effect of Visual Impairment and Its Severity on Vision-Related and Health-Related Quality of Life in Jordan: A Comparative Cross-Sectional Study. J Multidiscip Healthc. 16. 3043-3056. DOI:10.2147/JMDH.S431159

22. Karabaev M., Gasanova N. M., & Botirov M. T. (2020). Morphological indicators of dehydrated saliva microcrystals as an indicator of one's prenosological level. Journal of Preventive Medicine. 5(6). 68. DOI:10.36648/2572-5483.5.6.68

23. Li D., Chan V. F., Virgili G., Piyasena P., Negash H., Whitestone N., O'Connor S., Xiao B., Clarke M., Cherwek D.H., Singh M.K., She X., Wang H., Boswell M., Prakalapakorn S.G., Patnaik J.L., & Congdon N. (2022). Impact of Vision Impairment and Ocular Morbidity and Their Treatment on Depression and Anxiety in Children: A Systematic Review. Ophthalmology. 129(10). 1152-1170. DOI:10.1016/j.ophtha.2022.05.020.

24. Lulu C., Xie H., Wang P., & Zhang T. (2023). Impacts of visual impairment on pragmatic impairment: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE. 18(12). DOI:10.1371/journal.pone.0294326

25. Spinei A., Picos A. M., Romanciuc I., Berar A., & Mihailescu A. M. (2014). The Study of Oral Liquid Microcrystallization in Children with Gastro-Esophageal Reflux Disease. Clujul Med. 87(4). 269-276. DOI:10.15386/cjmed-387

26. Tsigos C., Kyrou I., Kassi E., & Chrousos G. P. (2020). Stress: Endocrine Physiology and Pathophysiology. In K. R. Endotext. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25905226/>

27. Zhang C. Z., Cheng X. Q., Li J. Y., Zhang P., Yi P., Xu X., & Zhou, X. D. (2016). Saliva in the diagnosis of diseases. International journal of oral science. 8(3). 133–137. DOI:10.1038/ijos.2016.38

Sutormin D.

PhD Student of the Department of Biology
Mykola Gogol Nizhyn State University
sutormindenys@ukr.net
orcid.org/0009-0009-3868-0797

Kaznacheiev D.

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

MICROCRYSTALLIZATION OF SALIVA IN PEOPLE SUFFERING FROM CONGENITAL VISION PATHOLOGY

Saliva research is used for diagnostics in the medical field, providing the ability to obtain data on various biochemical and physiological markers, which allows detecting various pathophysiological and adaptive processes.

Saliva is a unique biological environment, representing a biological fluid with a diverse spectrum of substances that to some extent reflect the functional state of individual organs and physiological systems of the organism.

Changes in the crystallization features of saliva are a diagnostic feature of certain types of pathology and the negative impact of exogenous and endogenous environmental factors on the activity of the whole organism.

At the current stage of development of medical-biological science, the method of native crystallization is becoming more technological due to obtaining results in the form of a computer video sequence and creating algorithms for describing variants of microcrystalline aggregates of biological fluid, including saliva.

The aim of the study is to study the features of saliva microcrystallization in people who have congenital pathology of the visual sensory system.

The study was conducted on a group of volunteers consisting of 42 people: 21 people from the control group (practically healthy) and 21 people from the group who have congenital pathologies of the visual sensory system (complete or partial blindness). All volunteers were male. Saliva microcrystallization was studied using the Leus P.A. method.

The work was carried out in accordance with bioethical norms, observing the relevant principles of the Helsinki Declaration of Human Rights, the Council of Europe Convention on Human Rights and Biomedicine, and the relevant laws of Ukraine.

Thus, the results we obtained regarding the features of saliva crystallization in volunteers suffering from congenital vision pathology are characterized by a predominance of microcrystals of type III and IV (28,57 %; 57,14 %), such a picture in the crystallization and architectonics of saliva microcrystals is due to manifestations of functional load of sympathetic and parasympathetic regulations of homeostasis of the whole organism.

Key words: saliva microcrystallization, congenital pathology of the visual sensory system, hereditary myopia, partial blindness, complete blindness.

**Стаття до редакції надійшла 30.05.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 17.06.2024 року**

УДК 612.122

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-113-123

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@gmai.com
orcid.org/0000-0002-2804-0456

**ВІДТЕРМІНОВАНИЙ ВПЛИВ ГЕОХРОНОКЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ
НА ПОКАЗНИКИ ГУМОРАЛЬНОЇ ЛАНКИ СИСТЕМОГО ІМУНІТЕТУ
ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ**

Питання, що стосуються механізмів і закономірностей адаптації організму людини до різних умов середовища, є одними з найактуальніших у сучасній фізіології та медицині. Адаптація як загальна універсальна властивість живого організму, яка забезпечує його життєздатність і стійкість у мінливих умовах середовища, являє собою складний, багаторівневий процес адекватного пристосування функціональних і структурних елементів до чинників середовища, зокрема до клімату, географічної широти та довготи. Адаптаційні реакції формуються на тлі фізичного та психоемоційного перевантаження, які є характерною ознакою сучасного суспільства. Запуск адаптаційних механізмів та адаптаційних реакцій відбувається під одночасним впливом ендогенних та екзогенних факторів середовища, при цьому прояви адаптаційних реакцій накладаються одна на одну, що значно збільшує ризик розвитку патофізіологічних процесів та формування імунозалежних захворювань. Імунологічні дослідження з'ясували, що імунна система не лише забезпечує сталість генетичних показників організму, але й має вплив на показники гомеостазу через імунологічний нагляд за всіма морфо-функціональними складовими, що формують гомеостаз. Сучасне суспільство має велику кількість факторів, які впливають на діяльність імунної системи, серед цих факторів слід відмітити геохронокліматичні, їх поява зумовлена появою швидкісного транспорту, за допомогою якого людина долає великі відстані, перетинає декілька часових, географічних та кліматичних поясів.

Метою нашого дослідження стало вивчення відтермінованого впливу геохроно-кліматичних факторів на показники гуморальної ланки системного імунітету у людей, що подолали понад 6500 км. та перетнули 6 часових поясів.

В дослідженні прийняло участь 50 волонтерів, які було розподілено на дві групи: перша контрольна – 25 осіб, друга що отримали вплив геохронокліматичних факторів – 25 осіб.

Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів (через 7 днів після перельоту Київ-Пекін) на гуморальну ланку системного імунітету характеризується поверненням абсолютної кількості В-лімфоцитів до контрольних та вихідних значень, сумарна концентрація IgM, IgG, IgA та концентрація окремих класів імуноглобулінів не змінюється в порівнянні з контрольними та вихідними показниками, підвищенням імунопродукуючої активності В-лімфоцитів щодо синтезу IgG, IgA в порівнянні з вихідними так контрольними даними.

Ключові слова: геохронокліматичні фактори, гуморальна ланка системного імунітету, лейкоцити, лімфоцити, Т- та В-лімфоцити, імуноглобуліни, імунопродукуюча активність.

Вступ. Сучасне суспільство вважається інформаційно-кібернетичним, характерною ознакою такого суспільства є висока щільність інформаційних потоків, високий темп життя, здатність людини швидко долати великі відстані при цьому перетинаючи декілька годинних, кліматичних та географічних поясів, цю здатність забезпечують швидкісні транспортні засоби (літаки, гелікоптери, швидкісні потяги, автомобілі які рухаються по швидкісним автобанах). Всі згадані ознаки інформаційно-кібернетичного суспільства мають значний вплив на організм людини, а саме на реалізацію регуляторно-адаптаційних механізмів, які забезпечують життєдіяльність організму під впливом факторів інформаційно-кібернетичного суспільства.

Питання, що стосуються механізмів і закономірностей адаптації організму людини до різних умов середовища, є одними з найактуальніших у сучасній фізіології та медицині [4; 8; 12; 13].

Адаптація як загальна універсальна властивість живого організму, яка забезпечує його життєздатність і стійкість у мінливих умовах середовища, являє собою складний, багаторівневий процес адекватного пристосування функціональних і структурних елементів до чинників середовища, зокрема до клімату, географічної широти та довготи [8; 12].

Оптимальну життєдіяльність людського організму в умовах адаптації формують узгоджені реакції всіх функціональних систем організму. В процесі формування адаптаційних реакцій функціональні системи мають різну значимість, що обумовлено функціональними резервами кожної функціональної системи. Адаптаційні реакції формуються на тлі фізичних та психоемоційних перевантажень, які є характерною ознакою сучасного суспільства. Запуск адаптаційних механізмів та адаптаційних реакцій відбувається під одночасним впливом ендогенних та екзогенних факторів середовища, при цьому прояви адаптаційних реакцій накладаються один на одного, що значно збільшує ризик розвитку патофізіологічних процесів та формування імунозалежних захворювань [4; 8; 12; 13].

Імунна система одна із найскладніших систем людського організму. Імунна система – чутливо реагує на будь-які зміни в зовнішньому та внутрішньому середовищі. Імунологічні дослідження з'ясували, що імунна система не лише забезпечує сталість генетичних показників організму, але й має вплив на показники гомеостазу через імунологічний нагляд за всіма морфо-функціональними складовими, що формують гомеостаз. При порушеннях в діяльності будь-якої ланки імунної системи можуть формуватися різноманітні патологічні стани та патофізіологічні процеси, які формують ознаки захворювання [12; 13; 20].

Сучасне суспільство має велику кількість фактори, які впливають на діяльність імунної системи, серед цих факторів слід відмітити геохронокліматичні, їх поява зумовлена появою швидкісного транспорту, за допомогою якого людина долає великі відстані, перетинає декілька часових, географічних та кліматичних поясів.

В доступних для нас літературних джерелах міститься невелика кількість даних про вплив геохронокліматичних факторів на організм людини, а саме дані про стан системного імунітету та зміни в показниках нейродинамічних функцій людини. Так, науковий доробок Шейка В. І., Соболя Є. В., Весельського С. П. характеризує процеси термінової адаптації системного імунітету та нейродинамічних функцій: різнонаправлені зміни в показниках абсолютної кількості клітин лейкоцитарного ряду, що вказує на розбалансованість та функціональні порушення системного імунітету зниження захисних функцій неспецифічної та клітинної ланки імунітету, погіршення показників нейродинамічних функцій за рахунок збільшення латентних періодів сенсомоторних реакцій, погіршення функціональної рухливості нервових процесів, що сповільнює швидкість центральної обробки інформації [9; 10; 11; 14; 16; 17; 19].

Наукові дослідження Шейка В. І., Мхітарян Л. С. та Гавій В.М. характеризують відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на стан неспецифічної та клітинної ланки системного імунітету та зміни в нейродинамічних показниках: зменшення захисних реакцій неспецифічної ланки системного імунітету; максимальний вплив зазнають клітини CD4+, які є ключовими клітинами формування клітинної відповіді системного імунітету, а також зменшення вмісту CD3+ відбувається за рахунок CD4+; відновленням показників простої сенсо-моторної реакції, функціональної рухливості нервових процесів, що вказує на відновлення швидкості центральної обробки інформації [2; 7; 15]

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

Матеріали та організація дослідження. В дослідженні прийняло участь 50 волонтерів, які було розподілено на дві групи: перша контрольна – 25 осіб, друга – учасники, на яких впливали геохронокліматичні фактори – 25 осіб. Всі волонтери були практично здорові люди, які не мали хронічних захворювань, віком від 25 років до 45 років. Волонтери були чоловічої та жіночої статі, співвідношення складало 48 % чоловіків та 52 % жінок. Дослідження осіб жіночої статі проводилось з урахуванням овуляційного циклу. 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 прилетіли 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. Пекін розташований в мусонному субтропічному кліматі, 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].

Імунний статус гуморальної ланки системного імунітету оцінювали стандартними методиками: проведення клінічного аналізу крові із встановленням лейкоцитарної формули; імунофенотипування лімфоцитів методами проточної цитофлюориметрії у реакціях із зв'язуванням моноклональних антитіл до антигенних детермінант CD3+ (загальні Т-лімфоцити), CD22+ (В-лімфоцити) [6]. 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 імуноферментним аналізом відповідно до методики. ELISA-аналіз проводили згідно методики [6]. 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 [6].

Дослідження показників периферійної крові в обох групах були проведені перед початком перельоту, а в другій групі відразу після перельоту та через 7 днів 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, лаб (Німеччина), розташованого в аеропорту «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; 5]. Всі волонтери дали письмову згоду на участь у дослідженні.

Результати досліджень та їх обговорення. Отримані результати нашого дослідження представлені в таблиці 1. Так, абсолютна та відносна кількість лейкоцитів, лімфоцитів, Т-лімфоцитів та В-лімфоцитів, концентрація імуноглобулінів всіх класів, продукуюча активність В-лімфоцитів в другій групі, яку визначали перед перельотом, не відрізнялися від таких показників контрольної групи.

Таблиця 1

Показники гуморальної ланки системного імунітету

Показники	Контрольна група (n=25) M±m	Друга група (n=25) M±m		
		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**^
Лімфоцити, ·10 ⁹ /л	2,3±0,15	2,27±0,15	2,54±0,11	1,95±0,12**^
Лімфоцити, %	28,4±0,16	28,7±0,16	32,6±0,21**	26,4±0,18**^
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

Продовження таблиці 1

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 $p < 0,05$.

В другій групі, відразу після перельоту, спостерігалась тенденція до зменшення загальної кількості лейкоцитів в порівнянні з вихідними та контрольними величинами на 1,3 % та 4 % відповідно. Абсолютна кількість лімфоцитів відразу після перельоту не мала достовірної різниці в порівнянні з вихідними та контрольними величинами, але при цьому спостерігалась тенденція до їх збільшення на 11,9 % та 10 % відповідно. Відносна кількість лімфоцитів в периферійній крові у волонтерів другої групи мала достовірну різницю, а саме збільшення в порівнянні з вихідними та контрольними показниками на 13,6 % та 14,8 % відповідно. Відносна та абсолютна кількість Т-лімфоцитів в периферійній крові волонтерів другої групи відразу після перельоту не мала достовірних змін. При цьому слід звернути увагу на тенденцію до збільшення абсолютної кількості Т-лімфоцитів у другій групі, відразу після перельоту, в порівнянні з вихідним та контрольними величинами на 12 % відповідно.

Абсолютна кількість В-лімфоцитів в другій групі відразу після перельоту мала достовірну різницю, а саме збільшення в порівнянні з контрольною та вихідною кількістю на 22 % та 25,8 % відповідно. Отримані результати вказують на функціональну готовність гуморальної ланки системного імунітету до імунної відповіді. Відносна кількість В-лімфоцитів (CD22+) відразу після перельоту у другій групі не мала достовірних відмінностей в порівнянні з контролем, але мала достовірне збільшення в порівнянні з вихідними показниками. Так, відразу після перельоту відносна кількість В-лімфоцитів (CD22+) була більшою в порівнянні з контрольними та вихідними даними на 8 % та 12 % відповідно. Виявлені зміни вказують на наявність процесу активації гуморальної ланки системного імунітету, саме В-лімфоцити (CD22+) трансформуються в антитіло-синтезуючі клітини, які синтезують імуноглобуліни. Слід звернути увагу, що відносна кількість CD22+ не мала достовірних змін в другій групі відразу після перельоту, що вказує на відсутність активації лімфопоезу даної субпопуляції лімфоцитів в червоному кістковому мозку. Тобто активація гуморальної ланки системного імунітету спирається на резерви CD22+, що містяться в периферійній крові.

Концентрація імуноглобуліні всіх класів (IgM, IgG, IgA) в крові волонтерів другої групи відразу після перельоту та через 7 днів після перельоту не мав достовірної

різниці в порівнянні з контрольними та вихідними показниками, така ж закономірність спостерігалась в показниках сумарного вмісту концентрації імуноглобулінів всіх класів.

Імунопродукуюча активність В-лімфоцитів, як загальна, так і по окремим імуноглобулінам, відразу після перельоту у волонтерів другої групи мала достовірне зменшення, що вказує на функціональне пригнічення гуморальної ланки системного імунітету. Так, загальна імунопродукуюча активність В-лімфоцитів була меншою в порівнянні з контрольними та вихідними показниками на 17,7 % та 19,5 % відповідно. Імунопродукуюча активність В-лімфоцитів відносно IgM, IgG, IgA була меншою в порівнянні з контрольними та вихідними показниками на 21,25 % та 19,23 % (IgM), 17,3 % та 19,6 % (IgG), 18,32 % та 19,2 % (IgA) відповідно.

Таким чином, відразу після перельоту у волонтерів другої групи спостерігається достовірне збільшення В-лімфоцитів, яке супроводжується зменшенням імунопродукуючої активності відповідно всіх класів імуноглобулінів. Отримані результати вказують на початок формування імунної відповіді гуморальною ланкою системного імунітету.

Результати наших досліджень перевершують з результатами досліджень Шейка В. І. та Соболя Є. В. [6; 7; 8; 9; 10].

Через 7 днів після перельоту в другій групі абсолютна кількість лейкоцитів мала достовірне зменшення в порівнянні з вихідними та контрольними величинами, була меншою на 6 % та 8,9 % відповідно. Слід звернути увагу, що через 7 днів після перельоту абсолютне число лейкоцитів було достовірно меншим в порівнянні з кількістю лейкоцитів відразу після перельоту на 5 % відповідно.

Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на кількість лейкоцитів має негативний характер, тобто спостерігається зменшення кількості лейкоцитів.

Абсолютна та відносна кількість лімфоцитів у другій групі через 7 днів після перельоту мала достовірне зменшення в порівнянні з вихідними та контрольними значеннями на 14 % та 15,2 %, 8 % та 7 % відповідно.

Зазначені зміни в кількісних характеристиках клітин лімфоїдного ряду вказують на зменшення циркулюючого пулу лімфоцитів, що, можливо, обумовлене збільшенням маргінального пулу або міграцію клітин даного ряду із кров'яного русла в тканини.

Такі зміни в кількісних характеристиках клітин лімфоїдного ряду вказує на зменшення циркулюючого пулу лімфоцитів, що можливо зумовлено збільшенням маргінального пулу лімфоцитів та лейкоцитів.

Загальна кількість Т-лімфоцитів (CD3+) через 7 днів після перельоту в другій групі мала достовірне зменшення абсолютної кількості в порівнянні з вихідними та контрольними значеннями на 12 % відповідно. Абсолютна кількість Т-лімфоцитів (CD3+) через 7 днів після перельоту була достовірно меншою в порівнянні з показниками відразу після перельоту на 23 %. Відносна кількість Т-лімфоцитів (CD3+) не мала достовірних змін в порівнянні з вихідними, контрольними та відразу після перельоту.

Через 7 днів після перельоту абсолютна кількість В-лімфоцитів у волонтерів другої групи не відрізнялась від контрольних та вихідних значень. Порівнюючи абсолютну кількість В-лімфоцитів відразу після перельоту з абсолютною кількістю В-лімфоцитів через 7 днів спостерігаємо достовірне зменшення В-лімфоцитів до показників контролю та вихідних значень.

Відносна кількість CD22+ через 7 днів після перельоту була достовірно більшою в порівнянні з вихідними та контрольними показниками на 14,2 % та 10 % відповідно. Порівнюючи зміни відносних характеристик В-лімфоцитів відразу після перельоту та через 7 днів, нами не було виявлено достовірних змін.

Таким чином, відтермінований вплив геохронокліматичних факторів через 7 днів після перельоту на абсолютні та відносні показники В-лімфоцитів (CD22+) характеризується формуванням компенсаторних механізмів гуморальної ланки системного імунітету.

Через 7 днів після перельоту імунопродукуюча активність В-лімфоцитів, як загальна, так і по IgG, IgA, мала достовірне збільшення в порівнянні з контрольними та вихідними показниками, що вказує на активацію гуморальної ланки системного імунітету. Так, загальна імунопродукуюча активність В-лімфоцитів була більшою в порівнянні з контрольними та вихідними показниками на 7,5 % та 5,2 % відповідно. Імунопродукуюча активність В-лімфоцитів відносно IgG, IgA була більшою через 7 днів після перельоту в порівнянні з контрольними та вихідними показниками на 6,8 % та 4,3 % (IgG), 19,9 % та 18,6 % (IgA) відповідно. А імунопродукуюча активність В-лімфоцитів через 7 днів після перельоту по відношенню до IgM не мала достовірної різниці по відношенню до контрольними та вихідними показниками.

Отже, відтермінований вплив геохронокліматичних факторів, через 7 днів після перельоту, викликає підвищення імунопродукуючої активності В-лімфоцитів по відношенню до IgG, IgA, що вказує на підвищення функціональної готовності гуморальної ланки системного імунітету до формування імунних реакцій.

Висновки. Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів (через 7 днів після перельоту Київ-Пекін) на гуморальну ланку системного імунітету характеризується поверненням абсолютної кількості В-лімфоцитів до контрольних та вихідних значень, сумарна концентрація IgM, IgG, IgA та концентрація окремих класів імуноглобулінів не змінюється в порівнянні з контрольними та вихідними показниками, підвищенням імунопродукуючої активності В-лімфоцитів щодо синтезу IgG, IgA в порівнянні з вихідними та контрольними даними.

Таким чином, гуморальна ланка системного імунітету зазнає незначного відтермінованого впливу геохронокліматичних факторів, що підтверджується стабільністю концентрації імуноглобулінів всіх класів та стабільною абсолютною кількістю В-лімфоцитів, але при цьому виявлена зростання імунопродукуючої активності В-лімфоцитів.

Література

1. Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу wikipedia.org/wiki/Київ; wikipedia.org/wiki/Пекін. (дата звернення: 08.05.2024).
2. Гавій В. М. Ввідтермінований 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». [Інтернет]. Документ 990_005, редакція від 01.10.2008. Доступно на: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. (дата звернення 08.05.2024).
4. Гуніна Л. М., Шейко В. І., Головащенко Р. В., Сладкевич В. К., Серветник А. В. Деякі аспекти механізмів виникнення та корекції функціональної анемії спортсменів. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. 2015. 129 (1), С. 68-73.*
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: 08.05.2024).
6. Клінічна лабораторна діагностика. Лаповець Л. Є., Лебедь Г. Б., Ястремська О. О. та ін.; за ред. Лоповець Л. Є. 2-е вид. стер. «Медицина», 2021. 472с.
7. Мхиторян 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. Соболев Є. В., Шейко В. І. Геохронокліматичні фактори та їх можливі наслідки у сучасному суспільстві // Актуальні питання біології та медицини: матеріали Всеукраїнської наукової конференції. СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2017. С. 107.
10. Соболев 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. Соболев Є. В., Шейко В. І. Стан показників неспецифічної та клітинної ланок системного імунітету під впливом геохронокліматичних факторів // Міжнародна наукова конференція "Сьогоднішня біологічна наука". СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2018. С. 43.
12. Філімонов В. І., Маракушин Д. І., Тарасова К. В. Клінічна фізіологія: підручник. Київ : «Медицина», 2022. 776 с.
13. 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, СГД Резніков В. С., 2013. 112с.
14. Шейко В. І. Вплив геохронокліматичних факторів на показники нейродинамічних функцій // *Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference*. London, Great Britain, 2024. p. 51-53.
15. 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.*
16. 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.
17. Шейко В. І., Соболев Є. В. Показники гуморальної ланки системного імунітету під впливом геохронокліматичних факторів. // III Міжнародна науково-практична конференція "Сучасні проблеми природничих наук: теорія, практика, освітні інновації" Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя. Ніжин, 2018. С. 113-114.
18. AQUIOS Tetra Software System Guide. PN B26364AB. Beckman Coulter Ireland Inc [Internet]. 2015 Apr. Available from: <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". Полтава, 2018, випуск 4 том 2 (147) p. 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. Wikipedij [Wikipedia] [Elektroni resurs] – Regim dostupu [Access mode] [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 vpliv geochronoklimatichnih 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 USA]*.
3. Gelsinska dtklaracij Vsesvitnoi medichnoi asociacii (2008). «Etichni principii medichnih 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].

4. Gunina L. M., Sheiko V. I., Golovashenko R. V., Sladktvich V. K., Servetnik A. V. (2015) Dejki fsppekti mehanizmv viniknennj ta korekcij funkcionalnoii anemii sporsmeniv [Some aspects of the mechanisms of occurrence and correction of functional anemia in athletes]. Visnik Chernigovskogo nacionalnogo pedagogichnogo universitetu. Serij: Pedagogichni nauki. fizichne vihovannj ta sport – Bulletin of the Chernihiv National Pedagogical University. Series: Pedagogical sciences. Physical education and sports. 129 (1), S. 68-73. [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> [in Ukrainian].

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

7. Mhitorjn L. S. (2024) Vidterminovaniy vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na pokazniki ntsptcifichnogo lanki sistemnogo imunitetu lydini [Delayed influence of geochronoclimatic factors on indicators of non-specific link of human systemic immunity]. 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. 198-205. [in USA].

8. Poruchinska T. F., Pasichnjak I. F., Poruchinskii A. I. (2021) Ekologichna fiziologiy [Environmental physiology] Luck. Volinskii nacijnalnii univtrstet smeni Lesi Ukrainki – Volyn National University named after Lesya Ukrainka. 272c. [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 naukowii-praktycznej konferencii, «Aktualne problemy nowoczesnych nauk – 2018», V. 8 Przemysl: Nauka i studia. P. 97-100. [in Poland].

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 konferencii "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. 776s. [in Ukrainian].

13. Flegontova V. V., Sheiko V. I., Jsko G. V., Linnichenko O. P., Morfuncov V. V., Licoeva N. (2013) Metabolichni, imunni ta gematologichni zmieni u sporsmeniv 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] Lugansk, SPD Reznikov – Luhansk, SPD Reznikov V.S., 112s. [in Ukrainian].

14. Sheiko V. I. (2024) Vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na pokazniki nejrodynamicnih funcij [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 UK].

15. 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]. 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. S. 206-214. [in USA].

16. Sheiko V. I., Veselsrii S. P. (2023) Vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na stan nejrodinamichnih 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. C.34-40. [in Ukrainian].

17. 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] mignarodna naukovo-praktichna kjnferencij "Suchasni problem prirodnicnih nauk: teorij, praktika, osviti innovacii"- International scientific and practical conference "Modern problems of natural sciences: theory, practice, educational innovations" Nizhyn S. 113-114. [in Ukrainian].

18. AQUIOS Tetra Software System Guide. PN B26364AB. Beckman Coulter Ireland Inc [Internet]. 2015 Apr. Available from: <https://www.beckmancoulter.com/wsrportal/-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, V. 9 № 2. p. 167-176. [in Ukrainian].

Sheiko V.

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

Kuchmenko O.

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

Mkhitaryan L.

doctor of medical sciences, professor,
Professor of the Department of Biology
Mykola Gogol Nizhyn 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
Mykola Gogol Nizhyn State University
gaviyv@gmai.com
orcid.org/0000-0002-2804-0456

THE TERM INFLUENCE OF GEOCHRONOCLIMATIC FACTORS ON THE INDICATORS OF THE HUMORAL LINK OF THE SESEMIC IMMUNITY OF HUMAN ORGPNISM

Issues related to the mechanisms and patterns of adaptation of the human body to various environmental conditions are among the most relevant in modern physiology and medicine. Adaptation as a general universal property of a living organism, which ensures its viability and stability in changing environmental conditions, is a complex, multi-level process of adequate adaptation of functional and structural elements to environmental factors, in particular to climate, geographical latitude and longitude. Adaptation reactions are formed against the background of physical and psycho-emotional overloads, which are a characteristic feature of modern society. The launch of adaptation mechanisms and adaptation reactions occurs under the simultaneous influence of endogenous and exogenous environmental factors, while the manifestations of adaptation reactions are superimposed on each other, which significantly increases the risk of the development of pathophysiological processes and the formation of immune-dependent diseases. Immunological studies have revealed that the immune system not only ensures the stability of the body's genetic indicators, but also has an impact on homeostasis indicators through immunological supervision of all morpho-functional components that form homeostasis.

Modern society has a large number of factors that affect the activity of the immune system, among these factors, geochronoclimatic factors should be noted, their appearance is due to the appearance of high-speed transport, with the help of which a person covers long distances, crosses several time, geographical and climatic zones.

The purpose of our study was to study the delayed impact of geochronoclimatic factors on indicators of the humoral link of systemic immunity in people who 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-Beijing flight) on the humoral link of systemic immunity is characterized by the return of the absolute number of B-lymphocytes to the control and initial values, the total concentration of IgM, IgG, IgA and the concentration of individual immunoglobulin classes does not change compared to the control and initial indicators, an increase in the immuno-producing activity of B-lymphocytes in relation to the synthesis of IgG, IgA in comparison with the initial and control data.

Key words: geochronoclimatic factors, humoral link of systemic immunity, leukocytes, lymphocytes, T- and B-lymphocytes, immunoglobulins, immuno-producing activity.

**Стаття до редакції надійшла 03.06.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 21.06.2024 року**

УДК 572.71:616.714-073.75:004.9
DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-124-139

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
kuchmeh@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

**ОГЛЯД ПОРІВНЯНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ 2D ТА 3D ЦЕФАЛОГРАМ
ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ЧЕРЕПА ЛЮДИНИ**

У статті наведено огляд наукових досліджень, присвячених порівнянню ефективності традиційної двовимірної (2D) та сучасної тривимірної (3D) цефалометрії для вимірювання черепа дорослої людини або як дорослих, так і дітей. Встановлено, що щодо порівняння 2d і 3d цефалометрії колективи авторів із різних країн підготували численні роботи. Загальним консенсусом є визнання переваг 3D методів візуалізації, зокрема конусно-променевої комп'ютерної томографії, в забезпеченні точнішої візуалізації та вимірювань черепно-лицьових структур порівняно з традиційними 2D цефалометричними знімками. Існують певні розбіжності між дослідженнями щодо того, які виміри демонструють значущі відмінності між 2D та 3D підходами. Потенційні джерела похибок для 2D вимірювань визначаються у формі викривлень проєкції, накладання структур, похибок масштабування та орієнтації черепа. Окремі дослідники вказували на труднощі чіткої ідентифікації деяких анатомічних точок на 2D знімках. Важливим визнається навчання і практикування спеціалістів, особливо при використанні 3D методів. Визнається необхідність у розробці нових уніфікованих цефалометричних аналізів, визначень орієнтирів і норм, адаптованих для 3D зображень. Розглядаються шляхи коригування систематичних викривлень 2D зображень за даними 3D КПКТ для максимального використання 2D цефалометричних норм. Також тривають дослідження методології, розробка спеціалізованих 3D цефалометричних програмних пакетів і алгоритмів, які враховують особливості 3D візуалізації. Важливим аспектом є оцінка клінічних показань для застосування 3D методів візуалізації з урахуванням вищої дози опромінення пацієнта порівняно з

2D рентгенографією. Багато авторів рекомендують використовувати КПКТ для складних випадків, а не для рутинних обстежень. Підкреслюється важливість розвитку синтезу 2D цефалограм із 3D КПКТ-даних, що дає змогу використовувати переваги 3D візуалізації без додаткового опромінення пацієнта. Загалом, окреслена проблематика перебуває на стадії активного вивчення з постійним пошуком шляхів оптимізації 3D методів для цефалометрії та чіткішого окреслення сфер їх клінічного застосування з урахуванням радіаційної безпеки пацієнтів.

Ключові слова: краніометрія, череп, морфологія, фізична антропология, конусно-променева комп'ютерна томографія (КПКТ), двовимірна цефалометрія, тривимірна цефалометрія.

Вступ. Ч. Ф. Хільдеболт, М. В. Ванньєр, Р. Г. Кнапп у спільній статті 1990 р. вказали, що традиційні методи вимірювання черепа за допомогою лінійок, штангенциркулів та інших інструментів значно обмежені. Такі вимірювання потребують багато часу і дають доступ лише до зовнішніх поверхонь черепа. Втім, автори відзначили, що комп'ютерна томографія (КТ) дає змогу подолати ці недоліки, забезпечуючи візуалізацію внутрішніх структур черепа з високим контрастом м'яких тканин. Програмне забезпечення, розроблене для 3D реконструкції зображень КТ, дало змогу видаляти структури, що перекриваються, та візуалізувати кістки й м'які тканини з будь-якого бажаного ракурсу. В дослідженні Ч. Ф. Хільдеболт, М. В. Ванньєр і Р. Г. Кнапп порівняли результати вимірювання на основі оригінальних зрізів КТ, 3D реконструкцій КТ й вимірювання штангенциркулем (котрі вважаються «золотим стандартом» у цефалометрії). Загалом не було виявлено статистично значущої різниці між методами, але спостерігалися значні відхилення між вимірами штангенциркуля та КТ-вимірами. Вимірювання на 3D реконструкціях КТ були точніші, ніж на зрізах КТ, й формували докладнішу картину. Проте в роботі Ч. Ф. Хільдеболта, М. В. Ванньєра і Р. Г. Кнаппа зазначено, що для оптимальної точності потрібно дослідити вплив різних параметрів візуалізації. Потенціал 3D КТ було визначено як високий для вдосконалення вимірювань черепа. Підкреслено, що, якщо можна створити високоякісні кількісні 3D зображення КТ і визначити параметри, відповідальні за кількісні характеристики цих зображень, це стане важливим інструментом для кращого розуміння норми й аномалій черепнолицьової морфології. Втім, дослідники застерегли, що на час написання статті її слід використовувати обережно в дослідженнях, де неприпустимі похибки понад 5 мм [13].

Дослідження, де розглядається ефективність цефалометрії на основі конусно-променевої комп'ютерної томографії (КПКТ) порівняно зі звичайними 2D рентгенцефалограмами, включив до огляду літератури з використання КПКТ для 3D цефалометричної діагностики зубощелепних аномалій на основі доказової медицини Є. Є. Виженко [1], охопивши 5 років, котрі передували публікації статті.

Мета дослідження: охарактеризувати стан порівняння ефективності 2D та 3D цефалограм (до використання штучного інтелекту) для вимірювання черепів дорослих людей або як дорослих, так і дітей, об'єднаних у спільні вибірки, в наукових публікаціях, порівняння лише на прикладі вимірювання черепів дітей потребує окремого огляду.

Виклад основного матеріалу. Г. Л. Адамс, С. А. Ганські, А. Дж. Міллер, В. Е. Гаррелл, Д. К. Хетчер у науковій праці 2004 р. порівняли точність традиційного 2D цефалометричного методу порівняно з новим 3D підходом (система «Sculptor»), заснованим на рентгенівських знімках під різними кутами, а також із фізичними вимірами сухих людських черепів за допомогою штангенциркуля (золотий стандарт). На основі золотого стандарту фізичних вимірювань сухих черепів, було встановлено, що цефалометрична оцінка рентгенівських зображень, зроблених у звичайній 2D

системі, часто дає неточні та мінливі вимірювання через проєкційні викривлення та ефекти збільшення зображень порівняно з реальними анатомічними відстанями. Перевагами 3D підходу Sculptor визначено вищу точність (занижену лише приблизно на 1,0 мм) і меншу мінливість вимірів порівняно з золотим стандартом фізичних вимірювань завдяки інтеграції зображень з різних кутів у 3D модель. Цефалометричні виміри з 3D Sculptor визнано набагато ціннішими для оцінки росту й ефектів ортодонтчного лікування. Також у доробку Г. Л. Адамс, С. А. Ганські, А. Дж. Міллер, В. Е. Гаррелл, Д. К. Хетчер містяться дані про вплив орієнтації черепа, розташування анатомічних орієнтирів та площини вимірювання на точність вимірювань у 2D та 3D методах і підкреслено важливість калібрувальної рамки та калібрування для того, щоб забезпечити точність 3D системи Sculptor. Перспективами ефективною оцінки черепнолицьових вимірювань порівняно з традиційними 2D методами дослідники визнали точніші 3D вимірювання [2]. Поява дослідження, яке вказувало на вищу точність 3D цефалометрії (КПКТ) порівняно з традиційними 2D методами, завдяки уникненню проєкційних викривлень указує на ранній етап визнання потенціалу 3D технологій цефалометрії.

В. Бхолстіні, Ч. Сінтанайотін, К. Чінтаканон, Р. Комолпіс, В. Таранон порівняли 3D та 2D цефалометричні вимірювання черепно-лицьової ділянки у тайських пацієнтів. У дослідженні використовувалася КПКТ для отримання тривимірних зображень та вимірювань. Для перевірки точності й надійності вимірювань 38 анатомічних точок у 3D використовували повторні тести. Лінійні та кутові вимірювання у 3D і 2D порівнювали для визначення їх взаємозамінності. Більшість лінійних вимірювань не мали значущої різниці між 3D та 2D, натомість лише деякі кутові вимірювання у 2D можна було замінити на відповідні 3D вимірювання. Відмінності між 3D та 2D вимірюваннями пояснюються проєкційністю 2D зображень, на відміну від істинних тривимірних вимірювань. Деякі анатомічні точки, такі як поріон та кондиліон, було важко точно визначити через обмежене поле огляду СВСТ. Автори запланували застосувати результати 3D цефалометричного аналізу в клінічній практиці та подальших дослідженнях антропології тайців [4].

Того самого року Р. Р. Чунг провів порівняння точності кутових вимірювань на традиційних 2D бічних цефалограмах та синтезованих 2D цефалограмах, отриманих з 3D КПКТ зображень. Було встановлено високу відтворюваність ($ICC > 0,8$) кутових вимірювань для обох методів зображення, без значущої різниці між ними. Натомість не було виявлено значущої різниці в кутових вимірюваннях між традиційними та синтезованими з КПКТ цефалограмами для тих самих пацієнтів. Результати підтверджують зростаючі докази високої точності КПКТ для цефалометричного аналізу, порівнянної з традиційною цефалометрією. Використання синтезованих з КПКТ 2D цефалограм є практичним підходом для порівняння діагностичних можливостей КПКТ з традиційною цефалометрією під час перехідного періоду до повноцінного 3D аналізу. Перевагами КПКТ є кращий візуальний контраст, можливість багатопланового перегляду та менша доза опромінення порівняно з повним внутрішньоротовим рентгенологічним обстеженням. Обмеженнями дослідження є використання певного фільтру для реконструкції 2D цефалограм з 3D даних та можлива похибка при визначенні окремих цефалометричних орієнтирів. Визначено, що для оцінки діагностичної цінності КПКТ в клінічних умовах, включаючи аналіз панорамних зображень та планування лікування, необхідні подальші дослідження. Загалом відзначено порівнянну точність кутових вимірювань на синтезованих з КПКТ 2D цефалограмах і традиційних, що вказує на доцільність застосування КПКТ в ортодонтчній діагностиці та плануванні лікування [9].

На прикладі робіт, котрі підготували В. Бхолстіні, Ч. Сінтанайотін, К. Чінтаканон, Р. Комолпіс, В. Таранон, а також Р. Р. Чунг, можна простежити ранню стадію дискусії про баланс між діагностичною цінністю 3D методів та їхніми ризиками.

В. Бхолстіні, Ч. Сінтанайотін, К. Чінтаканон, Р. Комолпіс, В. Таранон також порівняли точність 3D цефалометричних вимірювань з КПКТ зі стандартними 2D

цефалометричними вимірюваннями на рентгенограмах. У дослідженні оцінювалися лінійні виміри (31 бічний, 3 фронтальних, 8 перпендикулярних) та кутові виміри (49 бічних, 9 фронтальних) на основі 38 черепнолицьових реперних точок. Вибірка складалася з 20 чоловіків і 20 жінок тайської національності. Особлива увага приділялася повторюваності визначення реперних точок. Для багатьох лінійних вимірів від серединної лінії до серединної лінії та бічних до бічних структур не було виявлено значущої різниці між 3D та 2D вимірами у чоловіків. У жінок деякі лінійні виміри, такі як OrL-OrR, Gn-CondL та Gn-CondR, показали значущі відмінності між 3D та 2D. Кутові виміри в серединній площині (SNA, SNB) не відрізнялися між 3D та 2D у чоловіків, а в жінок додатково не відрізнялися ANB, A до FHL/FHR і деякі кути різців. Міжрізцеві кути (U1L-L1L, U1R-L1R) показали відмінності за статтю у 2D вимірюванні. 3D лінійні виміри зазвичай показували більші відмінності між чоловіками та жінками, ніж відповідні 2D виміри. Визначення деяких реперних точок було ускладнене через обмежене поле зору КПКТ для великих черепів. Дослідники дійшли висновків, що стандартні аналізи Serp3D слід удосконалювати з урахуванням більшої кількості типів вимірів і збільшення кількості даних [5].

Дж. В. Людлов, М. Гублер, Л. Цевіданес, А. Молд опублікували статтю, в якій порівняли точність ідентифікації цефалометричних орієнтирів на зображеннях мультипланарної реконструкції (МПР) за допомогою КПКТ та звичайних 2D цефалограм. Дослідження було проведено на 20 пацієнтах з ортодонтим лікуванням перед операцією. П'ять спостерігачів позначили 24 орієнтири, використовуючи комп'ютерні зображення МПР КПКТ та звичайні цефалографічні знімки. Мінливість ідентифікації орієнтирів оцінювалася за допомогою абсолютних відмінностей між позначками спостерігачів і середніми значеннями, а також між кожним спостерігачем та іншими спостерігачами. Підкреслено, що тривимірне зображення КПКТ може забезпечити точнішу локалізацію цефалометричних орієнтирів порівняно з традиційними 2D цефалограмами, адже ідентифікація орієнтирів з використанням МПР переглядів була статистично менш мінливою порівняно з традиційними цефалограмами для 13 з 24 орієнтирів. Білатеральні орієнтири, такі як condyilion, gonion та orbitale, були значно менш мінливі на МПР переглядах, завдяки уникненню накладання структур. З іншого боку, зазначено, що деякі орієнтири були мінливіші в медіалатеральному напрямку в МПР переглядах, що вказує на необхідність переглянути визначення орієнтирів для 3D візуалізації. Також автори наголосили, що при використанні КПКТ необхідно враховувати ризики, пов'язані з вищою радіаційною дозою [18].

О. Й. К. ван Влеймен, С. Й. Берже, Г. Р. Й. Свеннен, Е. М. Бронкхорст, К. Кацарос і А. М. Кейперс-Ягтман оцінили, чи зіставні вимірювання на традиційних цефалометричних рентгенограмах з вимірюваннями на цефалометричних зображеннях, отриманих з КПКТ-сканів людських черепів. Було досліджено 40 сухих черепів за допомогою I-Cat Vision для створення цефалограм з КПКТ-сканів. Один оператор ідентифікував 15 орієнтирів на обох типах зображень 5 разів з інтервалом 1 тиждень. Було встановлено високу надійність для всіх вимірювань. Хоча повторюваність вимірювань на КПКТ-цефалограмах була кращою, ніж на традиційних, клінічно значущої різниці між вимірюваннями на традиційних і КПКТ-цефалограмах не було виявлено. КПКТ-цефалограми підходять для довгострокових досліджень, де важлива висока повторюваність вимірювань [24]. Отже, додалося розуміння, що не всі цефалометричні параметри однаково потерпають від 2D викривлень.

О. Й. К. ван Влеймен, Т. Маал, С. Й. Берже, Е. М. Бронкхорст, К. Кацарос, А. М. Кейперс-Ягтман порівняли конвенційну 2D цефалометрію з 3D цефалометрією на основі КПКТ. Дослідники відзначили, що використання 2D рентгенівських знімків було стандартним інструментом для аналізу деформацій щелепно-лицьової ділянки та ортодонтим проблем. З появою КПКТ 3D цефалометрія стала популярнішою, бо забезпечує реалістичне 3D зображення черепа й додаткові діагностичні

можливості. В статті було встановлено, що вимірювання на 3D моделях мають більшу похибку порівняно з конвенційними 2D рентгенограмами через додавання третього виміру та кривої навчання для 3D трасування. Було виявлено статистично значущі відмінності між кутовими та лінійними вимірюваннями на 2D рентгенограмах і 3D моделях, особливо для кутових вимірювань, де лінії в 2D замінюються на площини в 3D. На думку дослідників, інтерпретація відмінностей між 2D і 3D підходами потребує оцінки точності обох методів – 2D проекції 3D структури та безпосереднього 3D вимірювання. Потрібно розробити й валідувати нові 3D цефалометричні аналізи та референтні значення, бо деякі орієнтири з конвенційного 2D аналізу неможливо застосувати в 3D. 3D трасування не придатне для тривалих досліджень, якщо є лише попередні 2D записи. Отже, було зроблено висновок, що, незважаючи на переваги 3D цефалометрії, конвенційні 2D методи залишаються важливими і широко використовуються в клінічній практиці [25].

Р. Налджаджи, Ф. Йозтюрк і О. Сьюкюджю, порівнявши 3D цефалометричний аналіз на основі КПКТ з традиційними 2D цефалометричними методами, відзначили, що 3D цефалометрія дає змогу точніше визначити розміщення анатомічних орієнтирів і уникати викривлень, притаманних 2D рентгенівським знімкам. У роботі порівнювалися 58 кутових і 40 лінійних вимірювань на 3D моделях черепів з відповідними 2D бічними та фронтальними цефалограми 40 тайських пацієнтів. Для більшості лінійних вимірювань від медіанних до медіанних структур та бокових до бокових структур не було значущої різниці між 3D та 2D вимірюваннями. Втім, для деяких лінійних вимірювань, особливо від медіанних до бокових структур, спостерігалися значущі відмінності між 3D та 2D методами. Кутові вимірювання демонстрували більші відмінності між 3D та 2D методами, ніж лінійні вимірювання. Дослідники відзначили також деякі статеві відмінності у можливості замінити 2D на 3D вимірювання, особливо для лінійних розмірів. Як недоліки 3D цефалометрії відзначено високу вартість та більше радіаційне навантаження порівняно зі звичайними рентгенограмами, через що автори запропонували застосовувати 3D цефалометрію переважно для складних випадків щелепнолицьових деформацій завдяки її перевагам. Вони очікують, що з покращенням технологій і зниженням радіаційного навантаження 3D цефалометрія може замінити традиційні 2D знімки повністю [19].

Тож, починаючи з 2010 р., переваги 3D КПКТ (точність, менше опромінення, нижча вартість) уже були чітко визнані. Однак також визнавалися технічні складності, зокрема у визначенні 3D орієнтирів і необхідність адаптації методів до нової технології.

Б. Ф. Грібель, М. Н. Грібель, Д. Ч. Фражао, Дж. А. МакНамара, Ф. Р. Манзі порівняли методи вимірювання черепа за допомогою КПКТ порівняно з традиційними 2D цефалометричними методами. Для дослідження використовувалися сухі черепа з прикріпленими фідуціальними маркерами для точного визначення анатомічних орієнтирів. Було продемонстровано високу відтворюваність прямих краніометричних вимірювань, виконаних за допомогою штангенциркуля, КПКТ-вимірювань і традиційних 2D цефалометричних вимірювань. Автори не виявили статистично значущої різниці між прямими вимірюваннями та КПКТ-вимірюваннями, тоді як 2D цефалометричні вимірювання суттєво відрізнялися через викривлення та збільшення проєкційних зображень. Було визначено, що КПКТ дає змогу виконувати точні 3D краніометричні вимірювання на об'ємних зображеннях черепа за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Також дослідники знайшли певний шаблон викривлень у 2D цефалометричних вимірюваннях: середньосагітальні відстані були збільшеними, довжина нижньої щелепи залишалася відносно незмінною, а середня частина обличчя була зменшеною. Тому автори підкреслили, що можна розробити математичні алгоритми для виправлення цих викривлень і отримання 3D нормативних значень із наявних 2D цефалометричних норм, без необхідності піддавати пацієнтів додатковій радіації. При цьому було відзначено, що краніометричні вимірювання КПКТ, обчислені за допомогою спеціального «3D цефалометричного

модуля», надзвичайно точні й можуть використовуватися для черепнолицьового аналізу. Латеральні цефалограми натомість мають внутрішні обмеження, які призводять до викривлених зображень [11].

О. Йітчаки, М. Редліч, Й. Абед, М. Фаєрман, Н. Касап та Н. Хіллер порівняли 2D цефалометричні вимірювання з 3D, отриманими за допомогою комп'ютерної томографії (КТ), щоб визначити придатність КТ для типових ортодонтичних цефалометричних аналізів. Було відзначено, що більшість лінійних і коефіцієнтних вимірювань не мали статистично значущої різниці між 2D та 3D зображеннями, за винятком кутових вимірювань, пов'язаних із точкою турецького сідла. Оскільки 3D КТ зображення забезпечують кращу візуалізацію анатомічних орієнтирів і можливість вимірювати в будь-якій площині, вони були визнані потенційно точнішими й інформативнішими за 2D цефалограми. Окрім того, дослідники підкреслили, що менше опромінення пацієнта під час КПКТ порівняно з мультизрізовою КТ робить першу кращим вибором для стоматологічних цілей. Також відзначили, що потрібний новий, простий і спеціалізований метод 3D вимірювань за допомогою КТ для підвищення діагностичної цінності цієї техніки в ортодонції та подальші дослідження на більших вибірках і з меншою дозою опромінення для оцінки клінічного застосування 3D вимірювань черепа [27].

З.-Ч. Чанг, Ф.-Ч. Ху, Е. Лай, Ч.-Ч. Яо, М.-Г. Чен, Й.-Дж. Чен порівняли точність і надійність вимірювань на цифрових латеральних цефалограмах (2D) та цефалограмах, отриманих з КПКТ-сканів (3D). Було встановлено, що помилки ідентифікації анатомічних орієнтирів на КПКТ-цефалограмах порівнянні з цифровими цефалограмами. Це підтверджує, що КПКТ є надійною альтернативою. КПКТ половини черепа (half-skull) показали високу точність і надійність, порівнянну з цифровими цефалограмами. Це усуває проблему накладання структур. Повні КПКТ-зображення (total-skull) показали більшу варіативність, особливо для кутових вимірювань, що включають точку Ar (ArGoMe, SArGo, SNAr). Вимірювання в середній сагітальній площині були точнішими на КПКТ, ніж на цифрових цефалограмах, що важливо для оцінки зубної асиметрії. Точки Or (orbitale) і Ba (basion) виявилися надійніші на КПКТ. Загалом було підсумовано, що під час вимірювань за допомогою знімків цифрова цефалометрія стає золотим стандартом, тоді як КПКТ може бути кращою для вимірювань у сагітальній площині та у випадку структур із накладанням [7].

Г. С. Лідке, Е. Л. Деламаре, М. Б. Віцотто, Г. Д. Л. да Сільвейра, Дж. Р. Прітш, В. Дутра, Г. Е. Д. да Сільвейра оцінили відтворюваність та діагностичну ефективність синтезованих цефалогам з КПКТ половини черепа порівняно з традиційними цефалограмами й цефалограмами всього черепа з КПКТ. Дослідження не виявило статистично значущої різниці у відтворюваності між традиційними цефалограмами, цефалограмами всього черепа з КПКТ та цефалограмами половини черепа з КПКТ. Аналіз Бланда-Альтмана показав високу узгодженість вимірювань між традиційними цефалограмами й синтезованими цефалограмами з КПКТ (всього черепа та половини). Не було виявлено відмінностей у діагностичній ефективності між традиційними цефалограмами, цефалограмами всього черепа з КПКТ й половини з КПКТ у клінічно симетричних пацієнтів. Зрештою, автори рекомендували для більшості випадків проводити цефалометричну діагностику за звичайними 2D цефалограмами через менше опромінення. Коли потрібна додаткова інформація, цефалометричний аналіз може бути виконаний на синтезованих цефалограмах з КПКТ, щоб уникнути повторного опромінення [17].

К. Шоу, Г. Макінтайр, П. Моссей, А. Менхінік і Д. Томсон окреслили такі джерела похибок при цефалометрії як вивчення та інтерпретації зубоцелепної морфології за допомогою стандартизованих рентгенограм: отримання рентгенограми, ідентифікація анатомічних орієнтирів та вимірювання. КПКТ, яка дає змогу аналізувати зубоцелепний комплекс у 3D, визнали такою, котра може подолати багато обмежень 2D цефалометрії. У дослідженні порівнювалися виміри з 2D цефалометрії, отримані з

даних КПКТ, з вимірами 3D цефалометричного аналізу КПКТ. Було встановлено, що, хоча 2D та 3D цефалометричні виміри статистично не відрізнялися, середні значення кута SNB та кута між нижнім різцем і нижньою щелепою були клінічно значущо менші для 2D вимірів. Відмінності між 2D та 3D вимірами автори пов'язали з більшою мінливістю деяких орієнтирів у медіа-латеральному напрямку через некоректне визначення орієнтирів у третьому вимірі. Зрештою, автори підтримали рекомендацію не проводити сканування методом КПКТ лише для отримання 2D цефалометричних зображень у випадках без значної асиметрії обличчя [22]. Визнання переваг 3D КПКТ у подоланні обмежень 2D методів водночас із рекомендацією обережно застосовувати перші через вищу дозу опромінення свідчить про розуміння балансу між діагностичною цінністю та ризиками.

М.-Г. Чен, Дж. З.-Ц. Чанг, С.-Г. Кок, І.-Дж. Чен, І.-Д. Гуанг, К.-І. Ченг, Ц.-С. Лін визначили, що перевагами КПКТ є нижча доза опромінення, нижча вартість та вища роздільна здатність порівняно з традиційною комп'ютерною томографією. Дослідження показало високу відтворюваність кутових вимірювань на синтезованих з КПКТ 2D цефалограмах та традиційних цефалограмах. Не було виявлено значущої різниці в кутових вимірюваннях між традиційними й синтезованими з КПКТ цефалограмами для тих самих пацієнтів. При цьому КПКТ дає змогу уникнути проблем, пов'язаних з традиційною цефалометрією, таких як викривлені зображення та різне збільшення структур. Синтезовані з КПКТ 2D цефалограми можуть замінити традиційні цефалограми для ортодонтичної діагностики та планування лікування. КПКТ забезпечує 3D інформацію про морфологію черепа, але визначати 3D орієнтири складно [8].

А. Шокрі, С. Хадже, А. Хавід оцінили точність лінійних вимірювань на основі цифрових латеральних цефалограм і латеральних цефалограм, отриманих з КПКТ-сканів. Автори провели прямі вимірювання на 6 сухих людських черепах (золотий стандарт), вимірювання тих самих відстаней на цифрових латеральних і КПКТ зображеннях. При порівнянні похибок вимірювань цифрових латеральних і КПКТ зображень з прямими вимірюваннями виявилось, що КПКТ надає точніші лінійні вимірювання, ближчі до реальних, ніж латеральні цефалограми, дає хірургам змогу краще візуалізувати анатомію та положення зубів, допомагає ортодонтам планувати напрямки тяги. Загалом виявлено, що 3D-вимірювання КПКТ точніші за 2D для лінійних вимірювань черепа, що важливо для щелепнолицьової хірургії та ортодонтії, коли точна ідентифікація анатомічних орієнтирів критична [23].

П. Піттатаяпат, М. М. Борнштейн, Т. С. Н. Імада, В. Куке, І. Ламбріхтс та Р. Якобс порівняли точність і надійність лінійних цефалометричних вимірювань, зроблених за допомогою трьох різних методів візуалізації: 2D цефалограми з відстанню джерело – середньо-сагітальна площина (SMD) 1,5 м; 2D цефалограми з SMD 3 м, 3D зображення з КПКТ. Було встановлено, що точність вимірювань на 3D моделях була вищою, ніж на 2D цефалограмах з SMD 3 м, але статистично не відрізнялася від 2D цефалограм з SMD 1,5 м. Надійність вимірювань була вища для 3D вимірювань, ніж для обох типів 2D вимірювань. Вимірювання, що включають латеральні орієнтири (наприклад, Go-Me), показали найбільші відхилення від золотого стандарту на 2D цефалограмах через геометричні викривлення. Орієнтир «точка А» був найменш надійним для ідентифікації в усіх методах, що вплинуло на точність вимірювань. Автори підкреслюють, що використання КПКТ для 3D цефалометричного аналізу має бути обґрунтованим, враховуючи вищу дозу опромінення порівняно з 2D методами [20]. Отже, згадувані дослідження 2014 і 2015 рр. засвідчують розвиток методів, які дають змогу отримувати високоякісні дані з меншим опроміненням пацієнта.

Колектив науковців Х. В. Р. Уерта, Х. Г. О. Соса й А. Ф. Ледесма порівняли лінійні цефалометричні вимірювання, отримані за допомогою 2D бічних рентгенограм та 3D КПКТ. Основними ідеями дослідження стали такі: цефалометрія важлива для діагностики й аналізу аномалій прикусу в ортодонтії, проте традиційні 2D рентгенограми мають обмеження, такі як викривлення та збільшення зображень, натомість

КПКТ дає можливість візуалізувати черепні структури в 3D, що сприяє точнішому визначенню цефалометричних точок у трьох площинах для персоналізованого аналізу. Більшість лінійних вимірів не показали статистично значущих відмінностей між 2D та 3D зображеннями, а отже, й суттєво вищої ефективності 3D. Значущу різницю автори відзначили тільки в довжині нижньої щелепи, що пов'язано з точнішою ідентифікацією її форми на 3D зображеннях. Підкреслено, що, хоча 3D візуалізація забезпечує точніші вимірювання деяких структур, її використання має бути обмежене конкретними показаннями (такими, як затримані зуби, асиметрія обличчя, черепно-лицьові аномалії або необхідність визначити морфологію скронево-нижньощелепного суглоба) через вищу дозу опромінення порівняно з 2D рентгенографією [14].

А. Харіхаран, Н. Р. Р. Дівакар, К. Джаянтхі, Х. М. Хема, С. Діпукрішна, С. Р. Гхасте підкреслили, що цифрова латеральна цефалометрія (2D) залишається золотим стандартом для цефалометричних вимірювань за знімками в ортодонції. КПКТ (3D) є компетентною альтернативою, особливо – синтезовані зображення половини черепа (half-skull), які показали високу надійність і точність порівняно з цифровими латеральними цефалограмами. Вимірювання по сагітальній площині (N-ANS, ANS-Me, S-N) були точнішими на КПКТ, ніж на цифрових цефалограмах, що важливо для оцінки зубної асиметрії. Повні зображення черепа КПКТ (total-skull) показали більшу варіативність у вимірюваннях, особливо для кутових вимірювань, що включають точку Ar. Цифрові цефалограми показали вищу варіативність для лінійних вимірювань, що включають нижньощелепну й сагітальну площини. Виявлено, що досвід спостерігачів впливає на надійність вимірювань, особливо при використанні повних зображень КПКТ. Загалом, усі три модальності (цифрова цефалометрія, КПКТ половини черепа й цілого черепа) показали високу міжспостерігачьку надійність. Тож необхідні подальші дослідження для визначення ефективності повних зображень КПКТ і встановлення золотого стандарту для цефалометричних вимірювань [12]. Отже, в статті, яку опублікували А. Харіхаран, Н. Р. Р. Дівакар, К. Джаянтхі, Х. М. Хема, С. Діпукрішна, С. Р. Гхасте, було засвідчено складність стандартизації 3D вимірювань.

Дж. Вен, С. Лю, Кс. Є, Дж. Лі, Г. Лі і Л. Мей порівняли 2D латеральні цефалометричні рентгенограми, 2D цефалограми, згенеровані з КПКТ, і 3D зображення КПКТ, залучивши 60 учасників і зробивши 11 кутових і 11 лінійних вимірювань для всіх типів зображень. Виявилось, що існують значні відмінності між 2D цефалограмами (LCR та згенерованими з КПКТ) і 3D КПКТ для двох кутових і п'яти лінійних вимірювань. Значення цих вимірювань, як правило, були більші (приблизно на 5° для кутових і 10 мм для лінійних) на 3D зображеннях КПКТ, ніж на 2D цефалограмах. Між двома видами 2D цефалограм не було виявлено значної різниці. Для вертикальних цефалометричних аналізів дослідники не встановили значної різниці між усіма трьома методами візуалізації. Загалом було визнано, що для багатьох клінічних випадків 2D цефалограми можуть бути достатніми, особливо якщо доступні 3D дані з КПКТ [26]. Тож було підтверджено, що підхід до вибору методу цефалометрії має залежати від конкретних вимірювань, клінічної ситуації та доступності різних типів даних.

А. Дебельма, С. Кетофф, С. Лансіо, П. Корре, М. Фріс і Р. Г. Гонсарі відзначили, що КТ все частіше використовується для аналізу пацієнтів замість рентгенівських знімків, поширених раніше для цефалометричного аналізу. Дослідники спиралися на метод Делера для аналізу латеральних цефалограм при використанні стандартних рентгенівських знімків та реконструйованих зображень із КТ-сканів. Реконструкція латеральних цефалограм з КТ-даних, за висновками авторів, не змінює результати вимірювань кутів і не зменшує відтворюваності аналізу. Автори виявили високу внутрішньо- та міжспостерігачеву відтворюваність для всіх вимірювань як на стандартних латеральних цефалограмах, так і на реконструйованих 2D зображеннях з КТ контрольних пацієнтів, з коефіцієнтами внутрішньокласової кореляції понад 0,75. Натомість зазначили, що на сухих черепах без шийного відділу хребта неможливо визначити певні ключові анатомічні орієнтири для аналізу Делера. Реконструкція

латеральних цефалограм з даних КТ може допомогти в уникненні додаткового опромінення пацієнтів, якщо в них уже є КТ-скан голови та шиї [10].

Дж. С. Лі, С. Р. Кім, Х. С. Хванг та К. Ц. Лі визначили, що віртуальні 3D цефалограми можна точно реконструювати з 2D латеральних і фронтальних цефалограм, використовуючи принцип біпланарної радіографії, якщо голова пацієнта зафіксована в однаковому положенні під час зйомки. Порівняння висоти, ширини, глибини та косих вимірювань не показало статистично значущої різниці між 3D цефалограмами, отриманими з 2D знімків, та зображеннями КПКТ. Графіки Бланда-Альтмана теж показали високу узгодженість між 3D цефалограмами з 2D знімків та зображеннями КПКТ для всіх вимірів. Точність була найвища для вимірювань висоти. Використання фіксатора голови під час зйомки 2D цефалограм було визнано ключовим для отримання точних 3D зображень черепа методом біпланарної радіографії. Дослідники зробили висновок, що віртуальні 3D цефалограми можуть замінити КПКТ для діагностики, що дає змогу уникнути потенційної шкоди від іонізаційного випромінювання КПКТ [15].

Отже, зі зростанням ролі КТ в діагностиці, зросла й увага до пошуків не тільки найбільш надійного, а й найбільш безпечного для здоров'я пацієнтів методу отримання даних.

Ц. Лі, Г. Тейшейра, Н. Танна, З. Чженг, Ш. Чен, М. Цзоу, Ч. Г. Чунг відзначили, що на надійність 2D цефалометричного трасування значно впливає наявність подвійних зображень через вбудоване збільшення й викривлення на традиційних латеральних рентгенограмах черепа. Видалення збільшення й викривлення з 2D зображень, здобутих із КПКТ, істотно покращило як між-, так і внутрішню дослідницьку надійність порівняно з традиційними 2D знімками. 3D цефалометричне трасування, однак, мало найнижчу міждослідницьку надійність серед трьох методів, особливо при ідентифікації певних орієнтирів на 3D реконструйованих зображеннях, бо ці орієнтири формуються накладанням черепнолицьових структур із різних сагітальних шарів на 2D зображеннях. Визначено, що в той час як 2D цефалометричні норми було встановлено з використанням традиційних латеральних рентгенограм, 2D трасування латеральних зображень без збільшення не може безпосередньо замінити традиційний цефалометричний аналіз. Лінійні параметри мали вищу надійність при 2D трасуванні, ніж кутові. Цефалометричний аналіз зображень дітей мав нижчу надійність, ніж у дорослих при всіх трьох видах аналізу. Загалом дослідження показало, що 2D трасування латеральних зображень без збільшення мало найвищу надійність. Однак автори підкреслили, що для прямого порівняння з нормами цефалометрії необхідні подальші дослідження [16]. Поява статті засвідчила потребу в стандартизації 3D вимірювань через алгоритми корекції.

Ю. Цянь, Х. Цяо, С. Ван, Ц. Джан, Юань Лі, В. Джен і Ю Лі порівняли цефалометричні параметри, отримані за допомогою КПКТ і традиційних 2D цефалограм, щоб визначити, чи може КПКТ замінити звичайні рентгенівські знімки й виявили, що зображення, отримані за допомогою КПКТ, мають подібну точність до конвенційних цефалометричних вимірювань, при цьому спостерігаються статистично значущі відмінності в певних цефалометричних параметрах, таких як $Ar(Co)-Gn$, $Me-Go$ та $U1-L1$, між КПКТ і 2D цефалограмами. КПКТ було рекомендовано як додатковий інструмент для покращення діагностики та планування лікування, хоча він пов'язаний з вищою дозою опромінення порівняно з 2D цефалограмами, адже КПКТ забезпечує 3D інформацію про морфологію, симетрію та співвідношення черепнолицьових структур, дає можливість детально оглядати корені зубів та резорбції, що підвищує точність діагностики, є цінним інструментом для віртуального планування лікування [28].

Б. Бальдіні, Д. Каваньєтто, Дж. Базеллі, Ч. Сфорца й Дж. М. Тарталья порівняли лінійні та кутові вимірювання черепа, отримані з 2D реконструйованих цефалограм та 3D зображень КПКТ, щоб визначити, які вимірювання найбільше схильні до викривлень. Обмеженнями 2D цефалометричного аналізу було визначено проєкційні

викривлення та похибки обертання при переданні 3D об'єкта на двовимірному зображенні, тоді як КПКТ дає змогу отримувати точні 3D зображення черепа та проводити 3D цефалометричний аналіз, уникаючи проєкційних викривлень. Вимірювання, що належать до середньої сагітальної площини (МСП), показали високу узгодженість між 2D та 3D значеннями з мінімальним зміщенням. Вимірювання, що не належать до МСП, особливо ті, що включають орієнтири, віддалені від МСП, як-от гоніон, зазнавали більших викривлень і розбіжностей між 2D та 3D вимірюваннями. Загалом автори відзначили, що обидві методики показали високу відтворюваність і надійність і можуть бути використані для ортодонтичної діагностики. 3D КПКТ може бути кращим варіантом для вимірювань, що виходять за межі МСП, адже вона уникає викривлень, при цьому долає їх за допомогою спеціальних формул перетворення 3D значень на 2D. Визначено, що необхідні подальші дослідження для розробки алгоритмів корекції викривлень, які дадуть змогу використовувати КПКТ для отримання як 2D, так і 3D вимірювань без додаткового опромінення пацієнтів [3]. Тож дослідники почали докладніше розглядати специфічні переваги 3D для певних типів вимірювань.

Г. Радж, М. Радж, Л. Сайго в систематичному огляді перевірили й узагальнили дані порівняння КПКТ синтезованих латеральних цефалограм та звичайних цефалограм для оцінки точності цефалометричного аналізу людей-учасників та моделей черепа. Більшість цефалометричних параметрів не показали статистично значущої різниці між 2D та 3D вимірюваннями. Проте параметри Co-Gn, Ar-Go, Go-Me та ANS-ME показали значущі відмінності між 2D та 3D методами. Виявилось складно ідентифікувати певні анатомічні орієнтири, особливо гоніон (Go) та ментон (Me), використовуючи комп'ютеризовані методи трасування. 3D згенеровані цефалограми можуть аналізувати реальні анатомічні структури, на відміну від 2D проєкцій. Підкреслено, що є потреба в розробці нових 3D цефалометричних систем і анатомічних орієнтирів, придатних для використання з 3D зображеннями черепа [12]. Систематичний огляд 2024 р. додатково підтверджує, що більшість параметрів не мають значущої різниці між 2D та 3D, але деякі ключові параметри відрізняються.

Висновки. Порівнянню 2d і 3d цефалометрії колективи авторів із різних країн присвятили численні роботи. Загальним консенсусом є визнання переваг 3D методів візуалізації, зокрема конусно-променевої комп'ютерної томографії, в забезпеченні точнішої візуалізації та вимірювань черепно-лицьових структур порівняно з традиційними 2D цефалометричними знімками. Проте існують певні розбіжності між дослідженнями щодо того, які саме виміри демонструють значущі відмінності між 2D та 3D підходами.

Більшість авторів відзначають найбільші відмінності для кутових параметрів і вимірювань, що не належать до середньої сагітальної площини, як-от відстані до бічних орієнтирів на зразок гоніона. Водночас деякі дослідження не виявляють суттєвих розбіжностей для лінійних вимірів від серединних до серединних та від бічних до бічних структур. Однак потенційні джерела похибок для 2D вимірювань визначаються у формі викривлень проєкції, накладання структур, похибок масштабування та орієнтації черепа. Окремі дослідники вказували на труднощі чіткої ідентифікації деяких анатомічних точок, особливо на нижній щелепі, на 2D знімках. Важливим визнається навчання і практикування спеціалістів, адже це впливає на точність і повторюваність вимірювань, особливо при використанні 3D методів.

Визнається необхідність у розробці нових уніфікованих цефалометричних аналізів, визначень орієнтирів і норм, адаптованих для 3D зображень. Розглядаються шляхи коригування систематичних викривлень 2D зображень за даними 3D КПКТ для максимального використання 2D цефалометричних норм. Також тривають дослідження методології, розробка спеціалізованих 3D цефалометричних програмних пакетів і алгоритмів, які враховують особливості 3D візуалізації та можуть підвищити точність і стандартизацію вимірювань.

Важливим аспектом є оцінка клінічних показань для застосування 3D методів візуалізації з урахуванням вищої дози опромінення пацієнта порівняно з 2D рентгенографією. Багато авторів рекомендують використовувати КПКТ для діагностики складних випадків черепнолицьових деформацій, планування хірургічних втручань, аналізу асиметрії тощо, проте не для рутинних обстежень. Підкреслюється важливість розвитку синтезу 2D цефалограм із 3D КПКТ-даних, що дає змогу використовувати переваги 3D візуалізації без додаткового опромінення пацієнта.

Загалом, окреслена проблематика перебуває на стадії активного вивчення з постійним пошуком шляхів оптимізації 3D методів для цефалометрії та чіткішого окреслення сфер їх клінічного застосування з урахуванням радіаційної безпеки пацієнтів. Перспективним напрямком є подальший розвиток підходів до корекції викривлень 2D даних за 3D моделями для забезпечення можливості точних безпечних вимірювань різними методами залежно від клінічної ситуації.

Література

1. Виженко Є. Є. Цефалометричний аналіз на основі конусно-променевої комп'ютерної томографії (огляд літератури) // Український стоматологічний альманах. 2023. № 4. С. 60–65.
2. Adams G. L., Gansky S. A., Miller A. J., Harrell W. E., Hatcher D. C. Comparison between Traditional 2-Dimensional Cephalometry and a 3-Dimensional Approach on Human Dry Skulls // *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004. P. 398–409. DOI: 10.1016/j.ajodo.2004.03.023.
3. Baldini B., Cavagnetto D., Baselli G., Sforza Ch., Tartaglia G. M. Cephalometric Measurements Performed on CBCT and Reconstructed Lateral Cephalograms: a Cross-Sectional Study Providing a Quantitative Approach of Differences and Bias // *BMC Oral Health*. 2022. Vol. 22. P. 98. DOI: 10.1186/s12903-022-02131-3.
4. Bholsithi W., Sinthanayothin Ch., Chintakanon K., Komolpis R., Tharanon W. Comparison between 3D and 2D Cephalometric Analyses // 4th Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering. Kuala Lumpur, 2008. P. 540–543. DOI:10.1007/978-3-540-69139-6_135
5. Bholsithi W., Tharanon W., Chintakanon K., Komolpis R., Sinthanayothin C. 3D vs. 2D Cephalometric Analysis Comparisons with Repeated Measurements from 20 Thai Males and 20 Thai Females // *Biomedical Imaging and Intervention Journal*. 2009. № 5 (4). Doc. e21. DOI: 10.2349/bij.5.4.e21
6. Calle-Morocho J., Morales-Vadillo R., Guevara-Canales J., Alva-Cuneo C. A Comparative Study of Digital Lateral Radiography and Virtual Cone-Beam Computed Assisted Cephalogram in Cephalometric Measurements // *Journal of Oral Research*. 2018. № 7. P. 308–317. DOI: 10.17126/joralres.2018.076.
7. Chang Z.-Ch., Hu F.-Ch., Lai E., Yao Ch.-Ch., Chen M.-H., Chen Y.-J. Landmark Identification Errors on Cone-Beam Computed Tomography-Derived Cephalograms and Conventional Digital Cephalograms // *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011. Vol. 140. Issue 6. P. e289 – e297. DOI: 10.1016/j.ajodo.2011.06.024.
8. Chen M.-H., Chang J. Z.-C., Kok S.-H., Chen Y.-J., Huang Y.-D., Cheng K.-Y., Lin C.-S. Intraobserver Reliability of Landmark Identification in Cone-Beam Computed Tomography-Synthesized Two-Dimensional Cephalograms Versus Conventional Cephalometric Radiography: A Preliminary Study // *Journal of Dental Sciences*. 2014. № 9. P. 56–62. DOI:10.1016/j.jds.2013.02.012.
9. Chung R. R. A Comparative Analysis of Angular Cephalometric Values between CBCT Generated Lateral Cephalographs versus Digitized Conventional Lateral Cephalographs. A thesis submitted to the Faculty of Graduate Studies and Research in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Medical Sciences – Orthodontics Edmonton, Alberta, 2008. 116 p.
10. Debelmas A., Ketoff S., Lanciaux S., Corre P., Friess M., Khonsari R. H. Reproducibility Assessment of Delaire Cephalometric Analysis using Reconstructions from

Computed Tomography // Journal of Stomatology and Oral Maxillofacial Surgery. 2020. № 121 (1). P. 35–39. DOI: 10.1016/j.jormas.2019.04.008.

11. Gribel B. F., Gribel M. N., Frazão D. C., McNamara J. A., Manzie F. R. Accuracy and Reliability of Craniometric Measurements on Lateral Cephalometry and 3D Measurements on CBCT Scans // Angle Orthodonty. 2011. № 81 (1). P. 26–35. DOI: 10.2319/032210-166.1.

12. Hariharan A., Diwakar N. R. R., Jayanthi K., Hema H. M., Deepukrishna S., Ghaste S. R. The Reliability of Cephalometric Measurements in Oral and Maxillofacial Imaging: Cone Beam Computed Tomography Versus Two-Dimensional Digital Cephalograms // Indian Journal of Dental Research. 2016. № 27. P. 370–377. DOI: 10.4103/0970-9290.191884.

13. Hildebolt Ch. F., Vannier M. W., Knapp R. H. Validation Study of Skull Three-Dimensional Computerized Tomography Measurements // American Journal of Physical Anthropology. 1990. № 82 (3). P. 283–294. DOI: 10.1002/ajpa.1330820307.

14. Huerta J. V. R., Sosa J. G. O., Ledesma A. F. Comparative Study Between Cone-Beam and Digital Lateral Head Film Cephalometric Measurements // Revista Mexicana de Ortodoncia. 2015. Vol. 3. № 2. P. 84–87. DOI: 10.1016/j.rmo.2016.03.023.

15. Lee J. S., Kim S. R., Hwang H. S., Lee K. C. Accuracy of Virtual-Dimensional Cephalometric Images Constructed with 2-Dimensional Cephalograms using the Biplanar Radiography Principle // Imaging Science in Dentistry. 2021. № 51 (4). P. 407–412. DOI: 10.5624/isd.20210091

16. Li C., Teixeira H., Tanna N., Zheng Z., Chen Sh., Zou M., Chung C. H. The Reliability of Two- and Three-Dimensional Cephalometric Measurements: A CBCT Study // Diagnostics. 2021. № 11 (12). Art. 2292. 20 p. DOI: 10.3390/diagnostics11122292.

17. Liedke G. S., Delamare E. L., Vizzotto M. B., da Silveira H. D. L., Prietsch J. R., Dutra V., da Silveira H. E. D. Comparative Study between Conventional and Cone Beam CT-Synthesized Half and Total Skull Cephalograms // Dentomaxillofacial Radiology. 2012. № 41 (2). P. 136–142. DOI: 10.1259/dmfr/22287302

18. Ludlow J. B., Gubler M., Cevidanes L., Mold A. Precision of Cephalometric Landmark Identification: Cone-beam Computed Tomography vs Conventional Cephalometric Views // American Journal of Orthodonty and Dentofacial Orthopedy. 2009. № 13. P. 312.e1 – 313. DOI: 10.1016/j.ajodo.2008.12.018.

19. Nalçacı R., Öztürk F., Sökücü O. A Comparison of Two-Dimensional Radiography and Three-Dimensional Computed Tomography in Angular Cephalometric Measurements // Dentomaxillofacial Radiology. 2010. № 39. P. 100–106. DOI: 10.1259/dmfr/82724776.

20. Pittayapat P., Bornstein M. M., Imada T. S. N., Coucke W., Lambrichts I., Jacobs R. Accuracy of Linear Measurements Using Three Imaging Modalities: Two Lateral Cephalograms and One 3D Model from CBCT Data 2014 // The European Journal of Orthodontics. 2015. № 37 (2). P. 202–208. DOI: 10.1093/ejo/cju036

21. Raj G., Raj M., Saigo L. Accuracy of Conventional Versus Cone-Beam CT-Synthesized Lateral Cephalograms for Cephalometric Analysis: A Systematic Review // Journal of Orthodonty. 2024. № 51 (2). P. 160–176. DOI: 10.1177/14653125231178038.

22. Shaw K., McIntyre G., Mossey P., Menhinick A., Thomson D. Validation of Conventional 2D Lateral Cephalometry Using 3d Cone Beam CT // Journal of Orthodontics. Vol. 40. 2013. P. 22–28. DOI: 10.1179/1465313312Y.0000000009.

23. Shokri A., Khajeh S., Khavid A. Evaluation of the Accuracy of Linear Measurements on Lateral Cephalograms Obtained from Cone-Beam Computed Tomography Scans with Digital Lateral Cephalometric Radiography: An in Vitro Study // The Journal of Craniofacial Surgery. 2014. № 25. P. 1710–1713. DOI: 10.1097/SCS.0000000000000908.

24. Vlijmen, van O. J. C., Maal T., Berge S. J., Bronkhorst E. M., Katsaros C., Kuijpers-Jagtman A. M. A Comparison between 2D and 3D Cephalometry on CBCT Scans of Human Skulls // International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery. 2010. № 39. P. 156–160. DOI: 10.1016/j.ijom.2009.11.017.

25. Vlijmen, van O. J. C., Bergé S. J., Swennen G. R. J., Bronkhorst E. M., Katsaros C., Kuijpers-Jagtman A. M. Comparison of Cephalometric Radiographs Obtained from Cone-Beam Computed Tomography Scans and Conventional Radiographs // Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2009. № 67. P. 92–97. DOI: 10.1016/j.joms.2008.04.025.

26. Wen J., Liu S., Ye X., Xie X., Li J., Li H., Mei L. Comparative Study of Cephalometric Measurements Using 3 Imaging Modalities // *The Journal of the American Dental Association*. 2017. № 148 (12). P. 913–921. DOI: 10.1016/j.adaj.2017.07.030.
27. Yitschaky O., Redlich M., Abed Y., Faerman M., Casap N., Hiller N. Comparison of Common Hard Tissue Cephalometric Measurements between Computed Tomography 3D Reconstruction and Conventional 2D Cephalometric Images // *Angle Orthodontist*. Vol. 81. № 1. 2011. P. 11–16. DOI: 10.2319/031710-157.1.
28. Qian Y., Qiao H., Wang X., Zhan Q., Li Y., Zheng W., Li Y. Comparison of the Accuracy of 2D and 3D Cephalometry: a Systematic Review and Meta-Analysis // *Australasian Orthodontic Journal*. 2022. Vol. 38. Issue 1. P. 130–144. DOI: 10.2478/aoj-2022-0015.

References

1. Vyzhenko, Ye.Ye. (2023). Tsefalometrychnyy analiz na osnovi konusno-promenevoi kompiuternoї tomografii (ohliad literatury) [Cephalometric Analysis Based on Cone-Beam Computer Tomography (Literature Review)]. *Ukrainskyi stomatolohichnyi almanakh – Ukrainian Stomatological Almanach*, 4, 60–65. [in Ukrainian].
2. Adams, G.L. & Gansky, S.A. & Miller, A.J., Harrell, W.E., Hatcher, D.C. (2004). Comparison between Traditional 2-Dimensional Cephalometry and a 3-Dimensional Approach on Human Dry Skulls. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 398–409. DOI: 10.1016/j.ajodo.2004.03.023.
3. Baldini, B. & Cavagnetto, D. & Baselli, G. & Sforza, Ch. & Tartaglia, G.M. (2022). Cephalometric Measurements Performed on CBCT and Reconstructed Lateral Cephalograms: a Cross-Sectional Study Providing a Quantitative Approach of Differences and Bias. *BMC Oral Health*, 22, 98. DOI: 10.1186/s12903-022-02131-3.
4. Bholisithi, W. & Sinthanayothin, Ch. & Chintakanon, K. & Komolpis, R. & Tharanon, W. (2008). Comparison between 3D and 2D Cephalometric Analyses. *4th Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering*. Kuala Lumpur, p.540–543. DOI:10.1007/978-3-540-69139-6_135.
5. Bholisithi, W. & Tharanon, W. & Chintakanon, K. & Komolpis, R. & Sinthanayothin, C. (2009). 3D vs. 2D Cephalometric Analysis Comparisons with Repeated Measurements from 20 Thai Males and 20 Thai Females. *Biomedical Imaging and Intervention Journal*, 5 (4), e21. DOI: 10.2349/bij.5.4.e21.
6. Calle-Morocho, J. & Morales-Vadillo, R. & Guevara-Canales, J. & Alva-Cuneo, C. (2018). A Comparative Study of Digital Lateral Radiography and Virtual Cone-Beam Computed Assisted Cephalogram in Cephalometric Measurements. *Journal of Oral Research*, 7, 308–317. DOI: 10.17126/joralres.2018.076.
7. Chang, Z.-Ch. & Hu, F.-Ch. & Lai, E. & Yao, Ch.-Ch. & Chen, M.-H. & Chen, Y.-J. (2011). Landmark Identification Errors on Cone-Beam Computed Tomography-Derived Cephalograms and Conventional Digital Cephalograms. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 140 (6), e289 – e297. DOI: 10.1016/j.ajodo.2011.06.024.
8. Chen, M.-H. & Chang, J. Z.-C. & Kok, S.-H. & Chen, Y.-J. & Huang, Y.-D. & Cheng, K.-Y. & Lin, C.-S. (2014). Intraobserver Reliability of Landmark Identification in Cone-Beam Computed Tomography-Synthesized Two-Dimensional Cephalograms Versus Conventional Cephalometric Radiography: A Preliminary Study. *Journal of Dental Sciences*, 9, 56–62. DOI:10.1016/j.jds.2013.02.012.
9. Chung, R.R. (2008). *A Comparative Analysis of Angular Cephalometric Values between CBCT Generated Lateral Cephalographs versus Digitized Conventional Lateral Cephalographs*. A thesis submitted to the Faculty of Graduate Studies and Research in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Medical Sciences – Orthodontics Edmonton, Alberta, 116 p.
10. Debelmas, A. & Ketoff, S. & Lanciaux, S. & Corre, P. & Friess, M. & Khonsari, R.H. (2020). Reproducibility Assessment of Delaire Cephalometric Analysis using Reconstructions from Computed Tomography. *Journal of Stomatology and Oral Maxillofacial Surgery*, 121(1), 35–39. DOI: 10.1016/j.jormas.2019.04.008.

11. Gribel, B.F. & Gribel, M.N. & Frazão, D.C. & McNamara, J.A. & Manzie, F.R. (2011). Accuracy and Reliability of Craniometric Measurements on Lateral Cephalometry and 3D Measurements on CBCT Scans. *Angle Orthodonty*, 81 (1), 26–35. DOI: 10.2319/032210-166.1.
12. Hariharan, A. & Diwakar, N.R.R. & Jayanthi, K. & Hema, H.M. & Deepukrishna, S. & Ghaste, S.R. (2016). The Reliability of Cephalometric Measurements in Oral and Maxillofacial Imaging: Cone Beam Computed Tomography Versus Two-Dimensional Digital Cephalograms. *Indian Journal of Dental Research*, 27, 370–377. DOI: 10.4103/0970-9290.191884
13. Hildebolt, Ch.F. & Vannier, M.W. & Knapp, R.H. (1990). Validation Study of Skull Three-Dimensional Computerized Tomography Measurements. *American Journal of Physical Anthropology*, 82(3), 283–294. DOI: 10.1002/ajpa.1330820307.
14. Huerta, J.V.R. & Sosa, J.G.O. & Ledesma, A.F. (2015). Comparative Study Between Cone-Beam and Digital Lateral Head Film Cephalometric Measurements. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 3 (2), 84–87. DOI: 10.1016/j.rmo.2016.03.023
15. Lee, J.S. & Kim, S.R. & Hwang, H.S. & Lee, K.C. (2021). Accuracy of Virtual-Dimensional Cephalometric Images Constructed with 2-Dimensional Cephalograms using the Biplanar Radiography Principle. *Imaging Science in Dentistry*, 51 (4), 407–412. DOI:10.5624/isd.20210091.
16. Li, C. & Teixeira, H. & Tanna, N. & Zheng, Z. & Chen, Sh. & Zou, M. & Chung, C.H. (2021). The Reliability of Two- and Three-Dimensional Cephalometric Measurements: A CBCT Study. *Diagnostics*, 11 (12), 2292. DOI: 10.3390/diagnostics11122292.
17. Liedke, G.S., Delamare, E.L., Vizzotto, M.B., da Silveira, H.D.L., Prietsch, J.R., Dutra, V., da Silveira, H.E.D. (2012). Comparative Study between Conventional and Cone Beam CT-Synthesized Half and Total Skull Cephalograms. *Dentomaxillofacial Radiology*, 41 (2), 136–142. DOI: 10.1259/dmfr/22287302.
18. Ludlow, J. B. & Gubler, M. & Cevidanes, L. & Mold, A. (2009). Precision of Cephalometric Landmark Identification: Cone-beam Computed Tomography vs Conventional Cephalometric Views. *American Journal of Orthodonty and Dentofacial Orthopedy*, 13, 312.e1 – 313. DOI: 10.1016/j.ajodo.2008.12.018.
19. Nalçacı, R. & Öztürk, F. & Söükücü, O. (2010). A Comparison of Two-Dimensional Radiography and Three-Dimensional Computed Tomography in Angular Cephalometric Measurements. *Dentomaxillofacial Radiology*, 39, 100–106. DOI: 10.1259/dmfr/82724776.
20. Pittayapat, P. & Bornstein, M.M. & Imada, T.S.N. & Coucke, W. & Lambrichts, I. & Jacobs, R. (2015). Accuracy of Linear Measurements Using Three Imaging Modalities: Two Lateral Cephalograms and One 3D Model from CBCT Data 2014. *The European Journal of Orthodontics*, 37 (2), 202–208. DOI: 10.1093/ejo/cju036.
21. Raj, G. & Raj, M. & Saigo, L. (2024). Accuracy of Conventional Versus Cone-Beam CT-Synthesized Lateral Cephalograms for Cephalometric Analysis: A Systematic Review. *Journal of Orthodonty*, 51 (2), 160–176. DOI: 10.1177/14653125231178038.
22. Shaw, K. & McIntyre, G. & Mossey, P. & Menhinick, A. & Thomson, D. (2013). Validation of Conventional 2D Lateral Cephalometry Using 3d Cone Beam CT. *Journal of Orthodontics*, 40, 22–28. DOI: 10.1179/1465313312Y.0000000009.
23. Shokri, A. & Khajeh, S. & Khavid, A. (2014). Evaluation of the Accuracy of Linear Measurements on Lateral Cephalograms Obtained from Cone-Beam Computed Tomography Scans with Digital Lateral Cephalometric Radiography: An in Vitro Study. *The Journal of Craniofacial Surgery*, 25, 1710–1713. DOI: 10.1097/SCS.0000000000000908.
24. Vlijmen, van O.J.C. & Maal, T. & Berge, S.J. & Bronkhorst, E.M. & Katsaros, C. & Kuijpers-Jagtman, A.M. (2010). A Comparison between 2D and 3D Cephalometry on CBCT Scans of Human Skulls. *International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, 39, 156–160. DOI: 10.1016/j.ijom.2009.11.017.
25. Vlijmen, van O.J.C. & Bergé, S.J. & Swennen, G.R.J. & Bronkhorst, E.M. & Katsaros, C. & Kuijpers-Jagtman, A.M. (2009). Comparison of Cephalometric Radiographs Obtained from Cone-Beam Computed Tomography Scans and Conventional Radiographs. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67, 92–97. DOI: 10.1016/j.joms.2008.04.025.
26. Wen, J. & Liu, S. & Ye, X. & Xie, X. & Li, J. & Li, H. & Mei, L. (2017). Comparative Study of Cephalometric Measurements Using 3 Imaging Modalities. *The Journal of the American Dental Association*, 148 (12), 913–921. DOI: 10.1016/j.adaj.2017.07.030.

27. Yitschaky, O. & Redlich, M. & Abed, Y. & Faerman, M. & Casap, N. & Hiller, N. (2011). Comparison of Common Hard Tissue Cephalometric Measurements between Computed Tomography 3D Reconstruction and Conventional 2D Cephalometric Images. *Angle Orthodontist*, 81 (1), 11–16. DOI: 10.2319/031710-157.1.

28. Qian, Y. & Qiao, H. & Wang, X. & Zhan, Q. & Li, Y. & Zheng, W. & Li, Y. (2022). Comparison of the Accuracy of 2D and 3D Cephalometry: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Australasian Orthodontic Journal*, 38 (1), 130–144. DOI: 10.2478/aoj-2022-0015.

Sheiko V.

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

Kuchmenko O.

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

Mkhitaryan L.

doctor of medical sciences, professor,
Professor of the Department of Biology
Mykola Gogol Nizhyn 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
Mykola Gogol Nizhyn State University
gaviyv@gmai.com
orcid.org/0000-0002-2804-0456

REVIEW OF COMPARISONS OF 2D AND 3D CEPHALOGRAMS EFFECTIVENESS FOR HUMAN SKULL MEASUREMENTS

The article provides an overview of scientific research comparing the effectiveness of traditional two-dimensional (2D) and modern three-dimensional (3D) cephalometry for measuring the skull of adults or both adults and children. It has been established that numerous works have been prepared by research teams from various countries regarding the comparison of 2D and 3D cephalometry. There is a general consensus recognizing the advantages of 3D imaging methods, particularly cone-beam computed tomography, in providing more accurate visualization and measurements of craniofacial structures compared to traditional 2D cephalometric images. There are certain discrepancies between studies regarding which measurements demonstrate significant differences between 2D and 3D approaches. Potential sources of errors for 2D measurements are identified in the form of projection distortions, structure superimposition, scaling errors, and skull orientation. Some researchers have pointed out difficulties in clearly identifying certain anatomical points on 2D images. Training and practice of specialists are recognized as important, especially when using 3D methods. The need for developing new unified cephalometric analyses, landmark definitions, and norms adapted for 3D images is acknowledged. Ways to correct systematic distortions of 2D images using 3D CBCT data for maximum utilization of 2D cephalometric norms are being considered.

Research on methodology, development of specialized 3D cephalometric software packages and algorithms that consider the peculiarities of 3D visualization is also ongoing. An important aspect is the evaluation of clinical indications for the use of 3D imaging methods, considering the higher radiation dose to the patient compared to 2D radiography. Many authors recommend using CBCT for complex cases, not for routine examinations. The importance of developing the synthesis of 2D cephalograms from 3D CBCT data is emphasized, which allows using the advantages of 3D visualization without additional patient exposure. Overall, the outlined issues are at the stage of active study with a constant search for ways to optimize 3D methods for cephalometry and clearer delineation of their clinical application areas, taking into account patient radiation safety.

Key words: craniometry, skull, morphology, cone-beam computed tomography (CBCT), two-dimensional cephalometry, three-dimensional cephalometry.

Стаття до редакції надійшла 05.06.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 21.06.2024 року



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

Наукових 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 параграфу 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. Славтич 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 aktyvniyst 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* – вигадання 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-sudylnnu 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 ВИЩЕЗАНАЧЕНИХ УМОВ
РЕДАКЦІЯ МАЄ ПРАВО ПОВЕРНУТИ СТАТТЮ
НА ДООПРАЦЮВАННЯ ЧИ ВІДМОВИТИ В ЇЇ ДРУКУВАННІ**